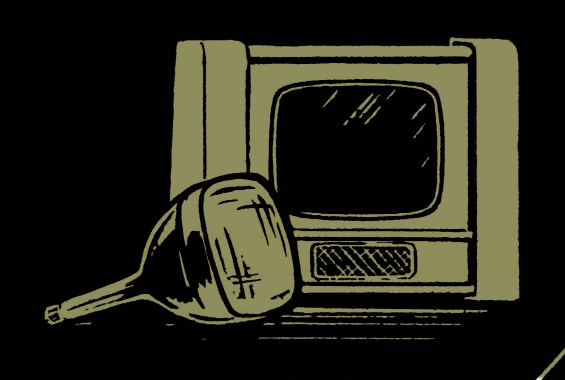


А. Сикс

ПОЧИНИТЬ ТЕЛЕВИЗОР?..

НЕТ НИЧЕГО ПРОЩЕ!



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

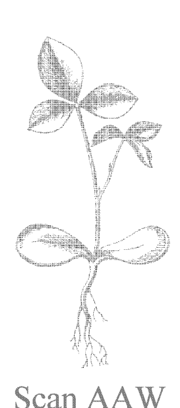
МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 534

А. СИКС

ПОЧИНИТЬ ТЕЛЕВИЗОР?... НЕТ НИЧЕГО ПРОЩЕ!

Перевод с французского
под редакцией *А. Я. БРЕЙТБАРТА*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1964 ЛЕНИНГРАД

УДК 621.397.004.67
С 35

Книга предназначена для тех, кто интересуется вопросами ремонта телевизоров. Чтобы привлечь к ней внимание читателей, побаивающихся техники, автор придумал для этой книги очень простое название. Написана она в виде занимательных бесед, в которых два действующих лица, ведя непринужденный разговор, выявляют возможные неисправности в телевизоре и находят способы их устранения.

A. SIX
Le dépannage TV? ... Rien de plus simple!
Société des éditions radio, 1962

СИКС АЛЬБЕРТ

Починить телевизор? ... Нет ничего проще!
Перевод с французского под редакцией *А. Я. Брейтбарта*,
М. — Л., издательство «Энергия», 1964
112 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 534)
Тематический план 1964 г., № 366

Редактор *Ф. И. Тарасов*
Техн. редактор *В. И. Сологубов*
Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 4/II 1964 г. Подписано к печати 7/V 1964 г. Бумага 84×108[1]/32.
5,74 печ. л. Уч.-изд. л. 8,1. Тираж 150 000 экз. Цена 41 коп.
Заказ 873

Ленинградская типография № 1 «Печатный Двор» имени А. М. Горького Главполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров СССР по печати, Гатчинская, 26.

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Предлагаемая вниманию читателя книга А. Сикса «Починить телевизор?... Нет ничего проще!» является продолжением серии книг талантливого французского популяризатора радиотехники Е. Айсберга «Радио?... Это очень просто!», «Телевидение?... Это очень просто!» и др., изданных ранее в Советском Союзе.

Конечно, не следует понимать наименование книги А. Сикса слишком буквально. На свете существуют вещи значительно более простые, чем ремонт телевизора. В этом, например, убедился на собственном горьком опыте редактор русского перевода этой книги, безвозвратно потерявший однажды в своей семье репутацию специалиста по телевидению после безрезультатных попыток оживить принадлежащий ему телевизор, в то время как соседский мальчишка, двойник Незнайкина, будучи вызван на помощь женой этого редактора, через пять минут с торжествующей физиономией извлек из телевизора пробитый конденсатор.

Впрочем, впоследствии этот мальчишка признался, что ему удалось предварительно изучить книгу А. Сикса, и это обстоятельство несомненно способствовало его успеху. Для вящего убеждения читателя можно еще добавить, что сам редактор, по необходимости также ознакомившийся в процессе редактирования с этой книгой, как-то намекнул в кругу близких друзей, что он повторно отважится на ремонт телевизора (если, конечно, окажется, что это не его собственный).

Ремонт телевизора состоит из двух основных этапов — определения причины неисправности и ее устранения. Устранение неисправности, как правило, является очень простой операцией, редко требующей более сложного оборудования, чем обыкновенный паяльник и такой простейший инструмент, как пинцет, отвертка, плоскогубцы, кусачки и пр., и заключается обычно в восстановлении нарушенного контакта либо замене вышедшей из строя или изме-

нившей параметры детали (лампы, сопротивления, конденсатора, трансформатора).

Значительно более сложным, требующим известных знаний и навыка, этапом является определение причины возникшей неисправности. Ценность книги А. Сикса заключается в том, что в ней подробно исследованы многочисленные и разнообразные признаки неисправностей, изучение которых позволит читателю самостоятельно разобраться в капризах любых, в конечном счете не столь уж многочисленных, вариантов схем телевизоров.

Не ограничиваясь вопросом поиска неисправностей, автор книги «Починить телевизор?... Нет ничего проще!» уделяет много внимания описанию физических процессов, происходящих в телевизоре. В этом отношении книга А. Сикса дополняет книгу Е. Айсберга «Телевидение?... Это очень просто!», непосредственно заимствуя стиль изложения этой хорошо встреченной советским читателем книги.

В силу довольно значительных различий между французским и советским телевизионными стандартами, подробно изложенных в предисловии к русскому изданию книги Е. Айсберга «Телевидение?... Это очень просто!», в русское издание книги А. Сикса также внесен ряд необходимых изменений в текст и графический материал.

Книга А. Сикса рассчитана в основном на радиолюбителей и призвана восполнить несомненный пробел в популярной литературе по радиотехнике, в которой вопросу ремонта телевизоров уделялось явно недостаточное внимание.

Редакция Массовой радиобиблиотеки

ИЗЛЕЧЕНИЕ ТЕЛЕВИЗОРОВ

Телевизор больше не работает. И вот целое семейство погружается в скорбь. Как нарочно, это случается именно в тот самый день, когда программа особенно интересна. Какая неудача!

И подумать только, что еще вчера он так хорошо работал... Используется классический способ излечения: постукивание (но не слишком сильное) по футляру. Ничего не помогает. Экран по-прежнему погружен в темноту, а громкоговоритель молчит.

Перебираются все возможные гипотезы: «Безусловно, вышла из строя лампа, если только не пробился конденсатор или не сгорело сопротивление...», так как мы все не без некоторой доли технических познаний.

Но все это не излечивает больного. И точно так же, как приглашают врача после тщетных попыток излечиться с помощью нескольких таблеток аспирина, вызывают техника по ремонту.

Он прибывает с бо̀льшим или меньшим опозданием, извлекает телевизор из футляра, раскладывает инструменты, измерительные приборы и, наконец, паяльник. Все семейство теснится около него, стараясь понять смысл таинственных операций, которые он производит, и не осмеливаясь спросить «очень ли это серьезно», проявляя трогательное желание всячески помочь знатоку... и мешая ему чрезвычайно.

Наконец, звук и изображение появляются. Небольшая подстройка, затем установка в футляр, и вот радость возвращается ко всем тем, для кого телевидение стало ни с чем несравнимым источником развлечения, информации, познания и художественного наслаждения.

Подобно своему собрату, излечивающему простых смертных, врачеватель телевизоров настоящий благодетель. Возвращая здоровье неисправным телевизорам, он приносит с собой радость к семейному очагу.

Однако, чтобы успешно справляться со своей работой, техник по ремонту должен обладать большим запасом знаний. Телевизор значительно сложнее радиоприемника. Для нахождения места, где произошла неисправность, нужно знать анатомию и физиологию больного или, иными словами, устройство и принцип работы элементов телевизора. В этом случае, зафиксировав паталогические изменения, можно наметить правильную терапевтическую процедуру.

Никто не мог бы лучше изложить методы ремонта телевизоров, чем Альберт Сикс, который является одним из лучших специалистов в этой области и накопил громадный опыт, предлагаемый им читателю.

Автор полагает, что читатель знаком с основами телевидения хотя бы в объеме книги «Телевидение?... Это очень просто!». Под моим влиянием он избрал такую же литературную форму: живой диалог между Любознайкиным и Незнайкиным, в котором Любознайкин обучает своего друга, как исправить телевизор.

Читая рукопись этой книги, я испытывал, должен сознаться, странное чувство, что впервые читаю... текст мною же написанный! Мой друг Сикс хорошо усвоил стиль моих юных героев. Я с удовольствием наблюдаю, как они оживают под его пером, обмениваясь забавными репликами.

Знакомясь с этими беседами, вы изучите очень сложные вопросы вперемежку с шуткой, что, несомненно, является наилучшим способом легко их усвоить. Подобно Незнайкину вы убедитесь, что никакая неисправность не устоит под натиском ваших знаний. Мне остается вам только этого пожелать.

Е. Айсберг

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ АВТОРА

(с настоятельной просьбой прочитать)

Когда еще юным школяром автор этой книги читал «Радио?... Это очень просто!» Е. Айсберга, он был очень далек от мысли, что когда-либо окажется соперником отца Любознайкина и Незнайкина. Так как капризы судьбы тем не менее привели его к этому, он постарался не опозорить почтенное семейство и, тем не менее, покорно просит снисхождения у читателей.

Эта книга не претендует на исчерпывающее изложение. В ней рассматриваются по возможности наиболее типичные неисправности, так же как и основные способы их устранения, для наиболее распространенных конструкций.

Тем не менее предлагаемая в ней методика может быть распространена на значительно более сложные устройства и окажется доступной после некоторого опыта. Она зиждется на старом принципе изучения «шаг за шагом». Такой процесс, может быть, несколько замедленный, имеет то преимущество, что базируется на простых представлениях и поэтому является единственным, который можно рекомендовать начинающему.

Можно свести с помощью логики любое сложное явление к нескольким простым представлениям. и именно с такой точки зрения следует рассматривать название этого скромного труда.

В техникė телевизионного вещания принята система прямоугольных координат. Изображение передается так же, как записывают кроссворд. Электричество выполняет это дело очень быстро и автоматически, причем карандашом, заполняющим нужные клеточки, служит электронный луч. И это все. Очень часто неуместное увлечение специальными техническими терминами ошеломляет и повергает в мистический страх непосвященных. Однако следует учесть, что нельзя заняться телевизионной техникой без подготовки. Отправным пунктом является радиотехника, требующая в свою очередь достаточной предварительной подготовки. Наш скромный труд как бы представляет естественное продолжение книг Е. Айсберга «Радио?... Это очень просто!» и «Телевидение?... Это очень просто!»

Альберт Сикс

БЕСЕДА ПЕРВАЯ

В беседах, содержащихся в книге Е. Айсберга «Телевидение?... Это очень просто!», Любознайкин изложил своему юному другу Незнайкину принципы телевидения. Незнайкин их хорошо усвоил. Однако его очень пугает перспектива появления неисправности в какой-либо из многочисленных цепей телевизора. Любознайкин, взяв на себя роль его проводника в этом лабиринте, начнет с сопоставления радиоприемников и телевизоров. Затем он приступит к рассмотрению цепей питания как наиболее близких по устройству элементов в этих приборах. В соответствии с этим будут рассмотрены следующие вопросы: элементы телевизора; последовательное включение нитей накала; схемы включения катодов; трансформаторное питание; магнитное поле рассеяния трансформатора; удвоители напряжения; мостовые схемы выпрямления; фильтры и цепи развязки.

РАДИО И ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Темный экран и бессонная ночь

Незнайкин. — Меня прислала к тебе сегодня, дружище, моя мать. Она очень плохо провела ночь и...

Любознайкин. — Я очень огорчен, Незнайкин. Я надеюсь, что твоя мать не очень серьезно больна и что это опасения слишком любящего сына. В скором времени...

Н. — Но она вовсе не больна! Я...

Л. — Что же ты меня морочишь? Сообщить тревожные вести и тут же их отрицать... Твои шуточки отдают безвкусицей.

Н. — Но как же тебе объяснить, если ты слова не даешь сказать! Моя мать плохо спала потому, что наш телевизор вышел из строя в самом разгаре передачи. Именно поэтому я к тебе пришел.

Л. (высовывая из-под стола забинтованную ногу). — Мне очень жаль, дружище, но я лишен возможности передвигаться. Я сначала подумал даже, что ты пришел справиться о м о е м здоровье.

Н. — Так вот в чем причина твоего «чудесного» настроения! Что же ты ничего не говорил? Если бы ты меня предупредил, я прилетел бы к тебе на помощь. Что с тобой случилось?

Л. — Крылья были бы тебе действительно очень полезны. Я вывихнул ногу, поднимаясь на крышу, чтобы установить новую антенну. Я думал, что вообще не смогу спуститься.

Н. — Действительно, мне показалось, что тут недавно проехали пожарные.

Л. — Ладно, издевайся надо мной. Не хватало только того, чтобы сделать меня посмешищем всего околотка. Но почему ты сам не исправил телевизор? Стоило тратить столько сил, чтобы учить тебя...

Н. — Да, дружище, ты мне хорошо объяснил теорию. Но теория и практика сугубо разные вещи. Когда я увидел внутри телевизора нагромождение проводов и деталей, у меня волосы на голове стали дыбом.

О методике

Л. — Ну-ну, Незнайкин, наружность обманчива Все это не так страшно, как кажется.

Н. — Может быть, для тебя!

Л. — Вовсе нет! Ты уже имел дело с радиоприемниками и знаешь, что в таких случаях нужно исследовать приемник по эле-

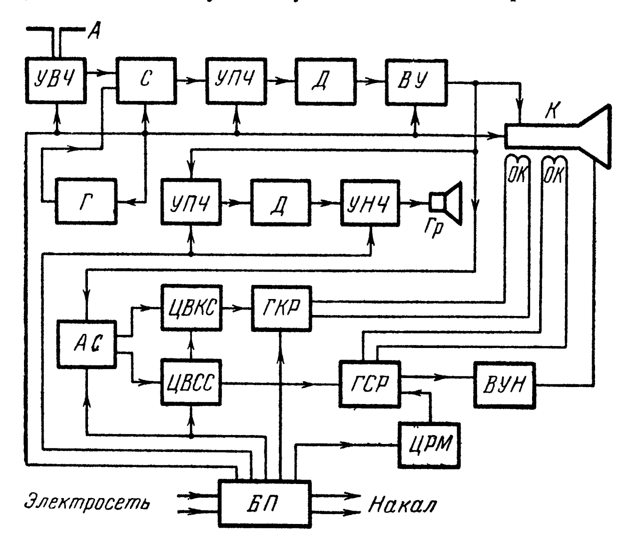


Рис. 1. Блок-схема телевизора.

Этот рисунок показывает, что схема телевизора не столь уж сложна, если каждый элемент телевизора рассматривать как отдельное устройство.

А — антенна; *УВЧ* — усилитель высокой частоты; *С* — смеситель; *Г* — гетеродин; *УПЧ* — усилитель промежуточной частоты; *Д* — детектор; *ВУ* — видеоусилитель; *К* — кинескоп; *УНЧ* — усилитель низкой частоты; *Гр* — громкоговоритель; *АС* — амплитудный селектор; *ЦВКС* — цепь выделения кадровых синхроимпульсов; *ЦВСС* — цепь выделения строчных синхроимпульсов; *ГКР* — генератор кадровой (вертикальной) развертки; *ОК* — отклоняющая катушка; *ГСР* — генератор строчной (горизонтальной) развертки; *ЦРМ* — цепь регенерации мощности; *ВУН* — выпрямитель ускоряющего высокого напряжения; *БП* — блок питания.

ментам. Когда радиоприемник неисправен, что нужно прежде всего проверить?

Н. — Цепи питания, чтобы убедиться, что токи через лампы имеют требуемые значения. Затем усилитель низкой частоты, детектор, усилитель промежуточной частоты, гетеродин, смеситель, колебательные контуры.

Л. — Прекрасно. Точно так же в телевидении...

Н. — Погоди.. Совершенно аналогично сначала нужно проверить цепи питания. Затем кинескоп, так как без него лучший в

мире телевизор не даст изображения. После того по тем же соображениям цепи разверток и синхронизации и, наконец, как в радиоприемнике, различные усилительные каскады (видеоусилитель, детектор, усилитель промежуточной частоты, преобразователь и усилитель высокой частоты), не забывая и приемник звукового сопровождения, очень похожий на радиоприемник (рис. 1).

Л. — И, конечно, антенну.

Н. — Гм! Больное место. Но пока что я не представляю себе, к какой категории отнести неисправность в нашем телевизоре, принимая во внимание, что она может произойти в любом из перечисленных элементов.

Лампа с резко выраженной индивидуальностью

Л. — Что ты этим хочешь сказать? Я полагаю, что ты хоть постарался найти какие-либо признаки неисправности? Она, может быть, не столь уж серьезна.

Н. — Узнаю твой обычный избыток оптимизма, но так как ни одна лампа больше не нагревается, боюсь, что они все перегорели.

Л. — Браво!

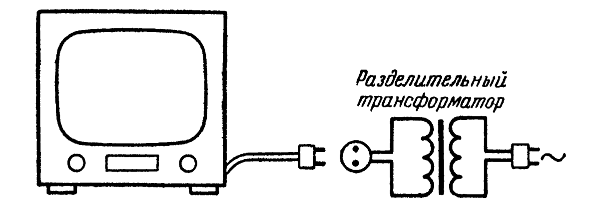


Рис. 2. В случае телевизора с бестрансформаторным питанием рекомендуется применять во избежание неприятных, а иногда и опасных ударов электрическим током разделительный трансформатор с коэффициентом трансформации 1 : 1.

Н. — Любознайкин, ты меня возмущаешь. Может быть ты заинтересован в увеличении производства радиоламп?

Л. — Не сердись: я сказал «браво», так как, по-видимому, неисправность можно будет мигом устранить.

Н. — Конечно, ценой замены всего комплекта ламп.

Л. — Нет, дорогой. Сменить лишь одну единственную лампу.

Н. — Но ведь они все погасли...

Л. — Полно, Незнайкин, разве ты никогда не имел дела с приемниками с универсальным питанием?

Н. — В самом деле! Последовательное включение нитей накала. Одна перегорает, а все остальные гаснут. Но я не думал, что эта ужасная схема может быть использована в телевизоре. Я никогда больше не отважусь прикоснуться к нашему телевизору.

Л. — Но почему же?

Н. — Так как меня однажды основательно тряхнуло, когда я прикоснулся к шасси одного из таких приемников.

Л. — А тебе это не показалось от страха?

Н. — О, нет! Но скажи, когда сеть соединена с шасси, разве не существует способа избежать того, чтобы телевизор являлся подобием электрического стула?

Л. — Конечно имеется. Для этого достаточно включить разделительный трансформатор с коэффициентом трансформации 1 : 1 (рис. 2). В большинстве случаев мощность трансформатора может не превышать 200 *вт*. Если его нет, то нужно надеть туфли с резиновой подметкой, как у тебя...

Каторжные условия

Н. — Но скажи, разве обязательно все лампы приемника должны быть скованы вместе одной цепью?

Л. — Нет, эта схема применяется [1] лишь в тех случаях, когда общее число ламп невелико и суммарное напряжение накала не превышает 100—110 *в*. Остальные 15—25 *в* поглощаются сопротивлением ОТК (рис. 3).

Н. — Это начальные буквы какой-либо фирмы?

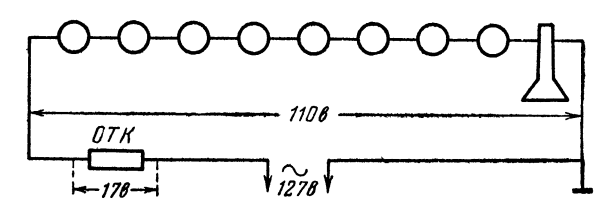


Рис. 3. Схема последовательного питания нитей накала ламп.

Кинескоп и лампы с низким уровнем напряжения возбуждения должны быть включены со стороны заземленного конца.

Л. — Нет, это означает сопротивление с Отрицательным Температурным Коэффициентом. Такое сопротивление в холодном состоянии имеет высокое значение, падающее при разогреве до нескольких десятков ом. Благодаря этому ток накала плавно увеличивается после включения напряжения.

Н. — Является ли это сопротивление той штучкой, похожей на двухваттное сопротивление, почерневшее из-за перегрева?

Л. — Безусловно. Поэтому его следует всегда помещать сверху так, чтобы была обеспечена хорошая циркуляция воздуха.

---

[1] Схема последовательного соединения нитей накала имеет смысл лишь в тех странах, где еще встречаются устаревшие силовые сети постоянного тока, так как в этом случае применение трансформатора накала, естественно, невозможно. В СССР эта схема из-за свойственных ей недостатков (относительно малый срок службы ламп, неэкономичность питания, повышенная опасность поражения электрическим током, увеличение ассортимента ламп) не нашла применения. *Прим. ред.*

Н. — Но что делать, если суммарное напряжение накала превышает 127 *в*?

Л. — При напряжении источника питания 127 *в* надо разделить цепь накала на две параллельные ветви. При напряжении 220 *в* эти ветви соединяются последовательно.

Н. — Но при сети питания 220 *в* у первых ламп этой цепи должно быть большое напряжение между нитью накала и катодом? И если катод заземлен, то пробой между ним и нитью накала вызывает интенсивный перекал остальных ламп и выход их из строя. Не нравится мне эта схема. Мне кажется, что схема с трансформатором питания значительно лучше.

Не одни же недостатки

Л. — Действительно, бестрансформаторное питание имеет ряд недостатков. В дополнение к тем, которые ты уже заметил, имеется еще опасность возникновения утечки между катодом и нитью накала. Это не явное короткое замыкание, а скрытый дефект, проявляющийся в том, что на сопротивлении в цепи катода возникает переменное напряжение. Это напряжение будет, естественно, усилено последующими лампами и в конечном счете вызовет модуляцию усиливаемого сигнала частотой 50 *гц*. В зависимости от того, в каком из элементов телевизора будет иметь место эта модуляция, возникнут те или иные искажения.

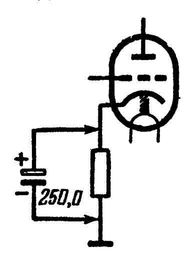


Рис. 4. Вследствие плохой изоляции между катодом и нитью накала на сопротивлении в цепи катода появляется переменное напряжение, что может вызвать фон, полосы на изображении и пр. С помощью блокировочного конденсатора большой емкости можно существенно снизить этот недостаток.

Н. — Но существует ли какой-нибудь общий метод обнаружения этой утечки?

Л. — Существует простой метод, заключающийся в том, что катодные сопротивления поочередно шунтируют большой емкостью, например 250 *мкф* (рис. 4). Через эту емкость замыкается переменное напряжение, и модуляция исчезает или резко уменьшается. Конечно, после этого следует заменить лампу, хотя такая лампа могла бы часто вполне удовлетворительно работать в схеме с трансформаторным питанием.

Н. — Нельзя ли, однако, поменять лампы местами, поставив дефектную лампу в такое место, где напряжение между катодом и нитью накала невелико?

Л. — Иногда это удается, если существуют в телевизоре такие однотипные лампы.

Н. — В конечном счете, кроме отсутствия трансформатора накала, какими же преимуществами обладает бестрансформаторное питание?

Л. — Можно отметить уменьшение веса телевизора, что важно для портативных моделей. Основное же преимущество, особенно в малогабаритных телевизорах, заключается в отсутствии магнитного поля рассеяния трансформатора.

Скрытый генератор развертки

Н. — Я не понимаю, в чем заключается опасность. В радиоприемниках эти поля совершенно не заметны...

Л. — ...за исключением тех случаев, когда усилитель низкой частоты расположен непосредственно около трансформатора!

Н. — Должен сознаться, что я покраснел от стыда. Я долго искал в своем радиоприемнике причину страшного фона, так и не обнаружив ее. Я испортил всю схему, так хорошо работавшую во всех других отношениях, и не сообразил, что достаточно было переставить этот проклятый трансформатор на противоположный конец шасси. Но разве в телевизоре нельзя поступить точно так же?

Л. — Конечно. Однако в телевизоре опасно воздействие магнитного поля на кинескоп. Найти же такое место, которое гарантировало бы расположение кинескопа вне поля рассеяния трансформатора, иногда совсем не так просто.

Н. — Нельзя ли экранировать трансформатор?

Л. — Эффективный экран стоил бы не меньше самого трансформатора. Приходится мириться с использованием специальных трансформаторов с малой индукцией, дорогих, громоздких и, следовательно, тяжелых. Иногда пытаются найти выход путем применения двух трансформаторов.

Н. — Не хватало только этого! Два поля рассеяния вместо одного. Мне кажется, что это должно лишь усугубить положение. Для чего нужен второй трансформатор?

Л. — Вот хороший пример твоих скоропалительных замечаний! Конечно, дружище, один плюс один дает два, но один минус один — это нуль. Достаточно расположить магнитные цепи так, чтобы внешние поля взаимно компенсировались.

Н. — Именем диода, святая правда! Два противоположных недостатка взаимно уничтожаются. Это как тогда, в автобусе...

Л. — Не хватает только твоих нелепых сравнений.

Н. — Там сидела дама столь внушительных размеров, что никто не мог поместиться рядом. Вдруг вошел невероятно худой мужчина...

Л. — Ради всего святого! Скажи лучше, что должно произойти с изображением при наличии поля рассеяния трансформатора?

Н. — Полагаю, что оно должно исказиться, так как это эквивалентно скрытому генератору отклонения, который предательски сообщает электронному лучу непредусмотренное программой колебательное движение с частотой 50 *гц*...

Чрезмерное увлечение модной игрой

Л. — Эти искажения не очень заметны, когда частота сети и кадровая частота изображения находятся в синхронизме.

Н. — Я понимаю, что ты хочешь сказать. В этом случае искажения растра неподвижны и поэтому менее заметны. В то же время... Сообразил! Именно поэтому во время одной из передач как диктор, так и гости (и подумай только, важные официальные лица!) и даже обстановка студии с увлечением танцевали хула-хуп! Причина этой уморительной пляски была в том, что...

Л. — Кинескоп находился в магнитном поле трансформатора, а частота сети, питавшей телевизионный передатчик, сильно отличалась от частоты сети, в которую был включен телевизор.

Н. — Я, кажется, уже не столь увлечен трансформаторным питанием.

Л. — Имей в виду, что встречаются смешанные схемы, в которых, например, анодное напряжение получается путем непосредственного выпрямления напряжения сети 220 *в* (или удвоения напряжения при напряжении 127 *в*), в то время как питание накала осуществляется от трансформатора. Тут возможен ряд вариантов. Но почему ты надеваешь пальто? Ты меня покидаешь?

Н. — Мне не терпится посмотреть, что произошло в нашем телевизоре. Мне кажется, что у меня уже хватит знаний, чтобы с этим справиться. До скорого свидания!

Выпрямитель выпрямителю рознь

Л. — А, вот и ты! Надеюсь, что твое столь скорое возвращение не связано с какими-либо неприятностями?

Н. — Нисколько. Как твой вывих?

Л. — Спасибо, не хуже, чем утром. Ну, а как с повреждением телевизора?

Н. — Ремонт полностью удался, и я получил кучу благодарностей, которые и передаю тебе по праву. Дело было в перегоревшей нити накала одной из ламп. Преступница у меня в кармане. Но странно, что это кенотрон. Кроме него, в телевизоре имеются еще полупроводниковые выпрямители. Неужели там две различные цепи питания?

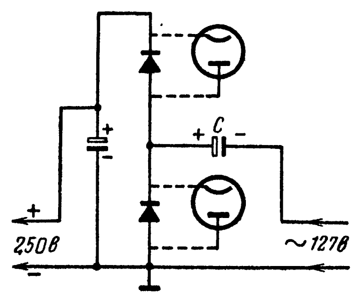


Рис. 5. Схема однополупериодного выпрямителя с удвоением напряжения.

Входной конденсатор *C* должен быть рассчитан на большую переменную составляющую во избежание перегрева. В этой схеме цепь накала заземлена.

Л. — Полно, Незнайкин! Твоя лампа это диод в схеме регенерации мощности. Он не входит собственно в выпрямитель, хотя в известной мере имеет отношение к схеме питания. Мы еще поговорим об этом.

Н. — Ладно, допустим. Но у меня имеется пара вопросов. Телевизор исправно работает, но я заметил, что спустя некоторое время после включения один из электролитических конденсаторов в выпрямителе начал нагреваться. Так как конденсатор принципиально является элементом весьма хладнокровным...

Л. — Ты прав, это ненормально и, по-видимому, является следствием того, что в твоем телевизоре применен выпрямитель с удвоением напряжения, выпрямляющий лишь один полупериод. Через конденсатор, включенный между сетью и средней точкой такого выпрямителя, проходит значительная переменная составляющая (рис. 5). Если конденсатор не очень высококачественный, то он плохо справляется с этой задачей.

Н. — А не стоит ли мне переделать выпрямитель, применив схему удвоения напряжения, в которой выпрямляются оба полупериода (рис. 6)?

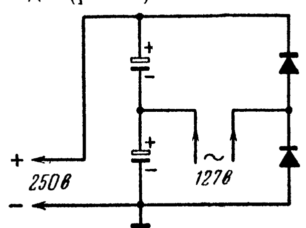


Рис. 6. Схема двухполупериодного выпрямителя с удвоением напряжения.

Цепь накала в этой схеме не может быть заземлена.

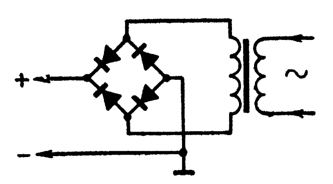


Рис. 7. Схема мостового выпрямителя. Выпрямляются оба полупериода. Напряжение не удваивается. В этой схеме нет необходимости в средней точке вторичной обмотки трансформатора.

Л. — Ничего не меняй, это будет связано с большими переделками. Замени только конденсатор, если хочешь быть спокойным.

Н. — Итак, мой первый самостоятельный ремонт телевизора завершен. По дороге к тебе я забежал к своему двоюродному брату, который тоже возился с телевизором. Хотя у него трансформаторная схема питания, я обратил внимание, что в выпрямителе установлено четыре полупроводниковых диода. Значит, у него тоже схема удвоения напряжения? Мне кажется, что при наличии трансформатора проще намотать побольше вторичную обмотку.

Л. — У твоего брата явно мостовая схема выпрямителя (рис. 7).

Н. — В его телевизоре несколько дней назад появилась на экране темная горизонтальная полоса. Я не мог понять, в чем дело. Мне кажется, что причина не в выпрямителе, а в фильтре.

Л. — Более вероятно, что виноват выпрямитель. Если неисправна какая-либо его деталь, то может возникнуть значительная разность напряжений между двумя выпрямленными полупериодами...

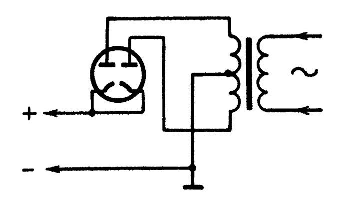


Рис. 8. Классическая старая схема двухполупериодного выпрямителя с двуханодным кенотроном. При выходе из строя одной половины кенотрона частота переменной составляющей на выходе выпрямителя падает со 100 до 50 *гц*. При этом появляется фон, резко падает напряжение и увеличивается падение напряжения на трансформаторе.

Н. — ...что, очевидно, является причиной возросшего уровня фона, и фильтр подавляет его в недостаточной степени?

Л. — Очевидно, так. Правда, такая неисправность более характерна для выпрямителей на кенотронах с косвенным накалом (рис. 8). В этом случае можно заметить, что один из катодов не греется или оторвался от вывода внутри лампы.

Н. — Установить такую неисправность можно, очевидно, так же, как в радиоприемнике. С помощью осциллографа, например, можно наблюдать на входе фильтра интенсивную составляющую с частотой 50, а не 100 *гц* (как обычно при двухполупериодном выпрямлении), на выходе же фильтра получается сильный фон.

Л. — Кроме того, можно найти неисправный элемент методом замещения, заменяя временно отдельные детали на заведомо исправные.

Чудо размножения фильтров

Н. — Мне кажется, дело осложняется тем, что телевизор много сложнее радиоприемника и поэтому содержит значительно больше фильтрующих и развязывающих ячеек в цепях питания (рис. 9). Не бесполезно их перечислить. Тут можно найти: 1) входной конденсатор фильтра; 2) выходной конденсатор фильтра, непосредственно к которому, мне кажется, присоединены цепи питания генераторов развертки; 3) конденсатор ячейки питания приемника сиг-

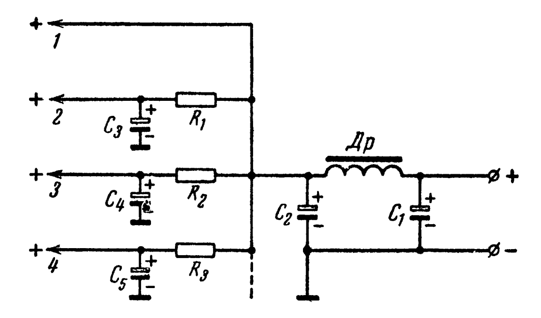


Рис. 9. Примерная схема фильтра и цепей развязки, число которых зависит от степени сложности схемы телевизора.

1 — выход на генераторы развертки; *2* — выход на приемник канала изображения; *3* — выход на приемник канала звука; *4* — выход на видеоусилитель.

налов изображения; 4) конденсатор ячейки питания приемника сигналов звукового сопровождения; 5) большее или меньшее количество развязывающих ячеек в цепях видеоусилителя, амплитудного селектора, генераторов пилообразного напряжения, схемы регенерации мощности, смещения. Все ли я перечислил?

Л. — По-видимому, да.

Н. — Покорно благодарю. Около дюжины электролитических конденсаторов... Действительно ли все они необходимы?

Л. — В известной мере это спорный вопрос. Некоторые из них не безусловно необходимы. Но схемы дорогих телевизоров предпочитают очень тщательно отрабатывать.

Н. — Однако чем больше элементов, тем больше возможных неисправностей. Да здравствуют простые телевизоры! Попробуем

же классифицировать признаки неисправностей. Отсутствие анодного напряжения может быть обусловлено пробоем конденсатора, что обычно сопровождается дымящимся, почерневшим или сгоревшим сопротивлением, которое в свою очередь является причиной отсутствия напряжения. Высыхание конденсатора или нарушение контакта в нем влечет за собой искажения, эквивалентные фону в радиоприемниках. В общем может быть такое количество неприятностей, что...

Л. — что лучше их изучить в процессе анализа возможных неисправностей в каждом элементе телевизора.

Кстати об элементах. Где ты будешь искать неисправность, если в результате тщательной проверки убедишься, что все цепи телевизора совершенно исправны, в то время как высокое напряжение отсутствует, а нити накала ламп упорно не желают нагреваться?

Н. — Тут можно совершенно растеряться...

Л. — Если не вспомнить о ...

Н. — Ну да, конечно. О сетевом предохранителе. Нужно немедленно его проверить и сменить, если он сгорел.

Л. — А о чем может свидетельствовать повторное перегорание предохранителя при включении?

Н. — Несомненно, о неисправности телевизора. Но как же так? Мы ведь говорили о том, что при проверке цепей телевизора не было обнаружено никаких неисправностей?

Л. — Очевидно речь может идти о дефектах, не обнаруживаемых обычными методами проверки.

Н. — Любознайкин, для меня это слишком сложно!

Л. — А между тем это достаточно просто. Предохранитель перегорает, в основном, в двух случаях. При наличии короткого замыкания в цепях питания, например, в случае пробоя конденсатора в фильтре, короткого замыкания в кенотроне, выпрямительном полупроводниковом диоде или в самом монтаже и пр. Однако эти дефекты легко обнаруживаются при проверке схемы с помощью омметра. Не обнаруженной неисправностью может явиться...

Н. — Догадался! Короткое замыкание витков в трансформаторе питания в результате пробоя.

Л. — Верно. Такой трансформатор нужно либо заменить, либо перемотать.

Н. — Если после замены перегоревшего предохранителя телевизор исправно заработает, я смело делаю вывод, что он был исправен. Но почему предохранитель в таком случае перегорел? Может ли вообще перегореть предохранитель в исправном телевизоре?

Л. — Безусловно. Предохранитель рассчитывается так, что его волосок при нормальном токе довольно сильно нагревается. Поэтому металл постепенно распыляется, а диаметр волоска уменьшается. Так как при включении телевизора бросок тока иногда довольно значительно превышает рабочее значение, может наступить момент, когда предохранитель перегорит.

Н. — И произойдет это, очевидно, при включении телевизора. Теперь я, кажется, не растеряюсь.

Л. — Особенно, если ты не забудешь проверить исправность шнура питания, вилки, а иногда и штепсельной розетки.

БЕСЕДА ВТОРАЯ

В первой беседе Любознайкин ясно показал Незнайкину, что телевизор не является чудовищем, к которому опасно приближаться (разумеется, с точки зрения того, кто его собирается починить), но что это сложный прибор, состоящий из ряда достаточно простых элементов, раздельное изучение которых позволяет существенно упростить задачу анализа неисправностей. Первый из исследованных элементов, общий для всех остальных, — источник питания, аналогичен источникам питания радиоприемников. Однако в каждом телевизоре содержатся, кроме того, дополнительные источники питания. Это схема регенерации мощности, являющаяся важным элементом схемы питания генератора строчной развертки, и выпрямитель ускоряющего напряжения, питающего кинескоп. Так как оба эти источника тесно связаны с генератором строчной развертки, изучение этого генератора целесообразно осуществить непосредственно вслед за изучением собственно источника питания. Поэтому здесь будет идти разговор о следующем: схема регенерации мощности; повышение анодного напряжения; выходной трансформатор строчной развертки; демпфирование; измерение ускоряющего напряжения; неисправности в схеме источника ускоряющего напряжения; неисправности в выходном каскаде генератора строчной развертки.

ГЕНЕРАТОР СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ

Незнайкин в роли экономиста

Незнайкин. — При всем том, что ты мне, дружище, рассказал об источнике питания, мне кажется, что в моих познаниях имеются серьезные пробелы. Ты мне рекомендовал изучить схемы различных телевизоров. Я начал с нашего и при первом же взгляде на схему обнаружил невероятную чепуху.

Любознайкин. — Посмотрим. Покажи мне эту чепуху.

Н. — Смотри (рис. 10). Генератор строчной развертки питается от источника напряжением 220 *в*, а на аноде лампы помечено напряжение +495 *в*. Если принять сопротивление обмотки трансформатора строчной развертки *Тр* равным 250 *ом*, а среднее значение анодного тока выходной лампы равным 100 *ма*, то падение напряжения окажется равным 25 *в*. Вероятно, наборщик ошибочно поставил цифру 4 вместо 1, и нужно читать +195 *в*.

Н. — Бедный Незнайкин. Это ты ошибаешься. Цифра 495 как раз соответствует этому случаю, а можно встретить и большее значение.

Н. — Тогда я решительно ничего не понимаю.

Л. — Но схема регенерации мощности...

Н. — Я помню, что ты говорил о ней при объяснении принципа работы генератора развертки. Это действительно совершенно необходимый элемент схемы?

Л. — Принципиально нет. В первых моделях телевизоров генераторы строчной развертки питались несколько повышенным напря-

жением источника питания. Но, я помню, объяснял, что для гашения колебаний, возникающих в процессе обратного хода развертки в отклоняющих катушках, обладающих значительной собственной емкостью, параллельно катушкам включают сопротивление...

Н. — Рассчитанное таким образом, чтобы затухание не превысило критического. Схема крайне проста (рис. 11).

Л. — Все это верно, но при этом важно, чтобы сопротивление вносило затухание лишь в течение части периода развертки с

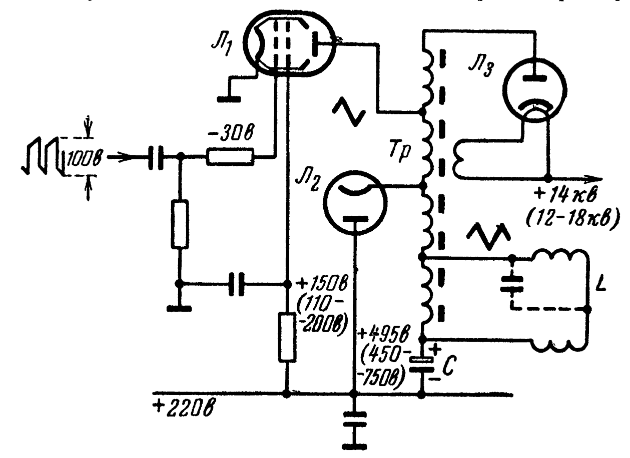


Рис. 10. Схема выходного каскада генератора строчной развертки, широко используемая в современных телевизорах. На управляющую сетку лампы подается напряжение возбуждения от мультивибратора или блокинг-генератора.

Л$_1$ — лампа типа 6П13С (для кинескопов с углом отклонения луча 70°) или 6П31С (для кинескопов с углом отклонения луча 110°); *Тр* — строчный трансформатор с ферритовым сердечником; *Л*$_2$ — демпфирующий диод типа 6Ц10П или 6Ц19П; *Л*$_3$ — высоковольтный кенотрон типа 1Ц11П или 3Ц18П; *L* — отклоняющая катушка; *С* — вольтодобавочный конденсатор, образующий вместе с демпфирующим диодом схему регенарации мощности.

целью использования для отклонения луча одного из полупериодов колебаний.

Н. — Для чего последовательно с сопротивлением включают диод (рис. 12).

Л. — Правильно, но все же потеря энергии получается значительной. А теперь посмотрим внимательно на схему (рис. 13), в которой включен конденсатор между источником питания и отклоняющей катушкой. Что произойдет в схеме?

Н. — Погоди, погоди... При включении источника питания на анод диода подается напряжение 200 *в*. Напряжение на аноде выходной лампы равно нулю, так как между ним и источником питания включен конденсатор. Следовательно, между анодом и катодом диода окажется 200 *в* и через него пойдет ток, в результате чего

напряжение на аноде выходной лампы поднимется также приблизительно до 200 *в*.

Л. — Так будет в отсутствие напряжения развертки.

Н. — Очевидно. Как только появится напряжение развертки, диод начнет его выпрямлять и зарядит конденсатор. Но в какой отрезок времени это произойдет?

Л. — Теоретическое рассмотрение этого вопроса довольно сложно. Тебе достаточно знать, что это будет происходить в течение

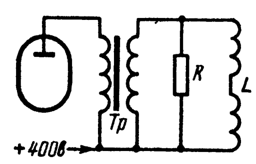


Рис. 11. Схема включения отклоняющей катушки, применявшаяся в некоторых старых типах телевизоров. Параллельно отклоняющей катушке *L* включено демпфирующее сопротивление *R* для гашения ее собственных колебаний.

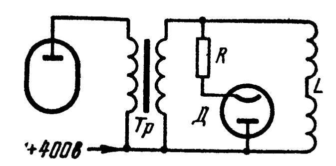


Рис. 12. Демпфирующий диод *Д*, включенный последовательно с сопротивлением *R*, позволяет использовать для развертки часть периода собственных колебаний отклоняющей катушки *L*. Однако, как и в схеме на рис. 11, напряжение питания должно быть достаточно высоким.

половины времени развертки. Полагаю, что ты начинаешь понимать, почему напряжение на аноде выходной лампы может быть больше напряжения источника питания.

Н. — Конечно, потому что напряжение на конденсаторе включено последовательно с источником питания. Но где же скрыто при этом демпфирующее сопротивление? Ведь в более старых схемах диод тоже выпрямлял, но вся мощность рассеивалась на сопротивлении...

Л. — Сообрази же, Незнайкин. Энергия, рассеивавшаяся ранее в виде тепла, служит в этой схеме для заряда конденсатора. Сохраняется ли она в нем?

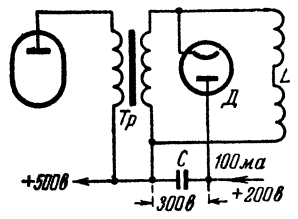


Рис. 13. Путем добавления вольтодобавочного конденсатора *С*, заряжаемого демпфирующим диодом *Д*, схема на рис. 12 преобразуется в схему регенерации мощности. Напряжение на конденсаторе *С* добавляется к напряжению питания, что позволяет использовать низкое напряжение питания. Недостатком такой схемы, в которой демпфирующий диод включен параллельно отклоняющей катушке (а не от специального отвода на автотрансформаторе, как на рис. 10), является необходимость использования отклоняющей катушки с относительно большим числом витков.

Н. — Как я глуп! В самом деле, оба последовательно соединенных источника — выпрямитель питания и конденсатор питают выходную лампу генератора развертки. Следовательно, эта лампа получает энергию от конденсатора и, в конечном счете, от отклоняющих катушек. Таким образом, демпфирующее сопротивление существует, но в неявном виде!

Л. — Тем не менее его величину легко рассчитать. Пусть напряжение на аноде лампы составляет 500 *в*, а ток через лампу 100 *ма*. При напряжении выпрямителя питания 200 *в* сопротивление равно...

Н. — 500 минус 200, деленные на 0,1, т. е. 3 000 *ом*. Так что это лампа сама себя питает!

Л. — Ты глубоко заблуждаешься, дружище. Вся энергия поставляется источником питания, в схеме же происходит как бы трансформация напряжения и не расходуется зря мощность на нагрев сопротивления. Стоит выключить напряжение источника 200 *в*, как телевизор перестанет работать

Н. — Очевидно, такая схема применяется повсеместно ввиду ее экономичности?

Л. — Нет, потому что...

Н. — В конце концов, Любознайкин, ты меня возмущаешь. Вот еще одно доказательство твоей нетерпимой манеры издеваться надо мной. Можно подумать, будто ты только затем описываешь мне замечательные схемы, чтобы потом сообщать, что их никогда не применяют!

Л. — А я лишний раз убедился в твоей манере прерывать меня на полуслове. Я собирался сказать, что эту схему больше не используют, так как в настоящее время применяются низкоомные отклоняющие катушки. Но в современных схемах генераторов развертки использованы те же принципы. Чтобы в этом убедиться, тебе достаточно взглянуть на схему генератора развертки твоего телевизора (рис. 10).

Классическая схема

Н. — Действительно, сходство громадное. Только вместо трансформатора для согласования полного сопротивления отклоняющих катушек и выходного сопротивления лампы использован автотрансформатор. Но почему демпфирующий диод присоединен к промежуточному отводу автотрансформатора?

Л. — Выбор того или иного отвода определяется требуемым затуханием.

Н. — Это легко понять. Должен ли конденсатор *C* обязательно быть электролитическим? Мне кажется, что при столь высокой частоте строчной развертки достаточно было бы иметь для хорошей фильтрации емкость, измеряемую долями микрофарады.

Л. — Дело не только в качестве фильтрации, но и в реактивном сопротивлении конденсатора, влияющем на линейность развертки. Поэтому в различных схемах можно встретить значение емкости от 0,02 до 20 *мкф*.

Н. — Это подало мне идею. Переключая набор конденсаторов, можно регулировать линейность строчной развертки.

Л. — Да, но существуют значительно более простые способы.

Обжигающая тема

Н. — По-видимому, мы перейдем к источнику ускоряющего напряжения для питания кинескопа. У меня есть вольтметр с сопротивлением 10 000 *ом* на вольт. К сожалению, у него максимальная шкала всего на 750 *в*. Я высчитал, что для перехода от шкалы на 200 *в* к шкале на 20 000 *в* нужно включить добавочное сопротивление 200 *Мом*. Можно ли использовать для этой цели, например, 20 2-ваттных сопротивлений по 10 *Мом*?

Л. — Безусловно, но добавочное сопротивление получится очень громоздким. Кроме того, надо учесть, что ток через такой вольтметр будет очень значительным (одного порядка с током кинескопа 100 *мка*). Поэтому во избежание неверного показания при измерении следует уменьшать яркость экрана почти до нуля. Само собой разумеется, что такое опасное для жизни напряжение необходимо измерять с помощью хорошо изолированного измерительного зонда (рис. 14).

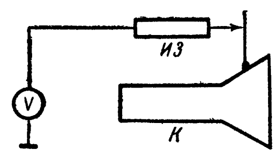


Рис. 14. Схема измерения ускоряющего напряжения.

К — кинескоп; *V* — вольтметр; *ИЗ* — измерительный зонд с добавочным сопротивлением.

Н. — Отлично. Но мне хотелось бы вернуться к телевизору моего кузена.

Л. — Тебе не удалось обнаружить неисправность?

Н. — Нет, я его починил. Дело было действительно в выпрямителе. Но я опасаюсь, не подумает ли двоюродный брат, что я допустил какую-либо оплошность, так как телевизор испортился опять в тот же вечер.

Л. — Та же неисправность?

Н. — Отнюдь нет! На этот раз отсутствует изображение и лишь изредка появляются бледные вспышки. При этом я убедился, что нагреваются все лампы, кроме одной, по-видимому, выпрямителя ускоряющего напряжения, так как она укреплена на строчном трансформаторе. Анодное напряжение подано на все лампы, и звук работает превосходно. Но самое поразительное то, что, несмотря на неисправность этого кенотрона, на кинескоп подается высокое напряжение!

Л. — А как ты в этом убедился?

Н. (протягивая перевязанный мизинец) — Это он мне сказал.

Л. — Бедный мальчик.

Н. — О, знаешь, мой кузен обожает пушистые ковры. Поэтому я очень удачно упал навзничь. Но кончик пальца я спалил.

Л. — Ожог высокой частотой 15 625 *гц*.

Н. — Каким образом?

Л. — В кенотрон проник воздух. Иначе говоря, его баллон пробит.

Н. — Пробит?

Л. — Безусловно. Продырявлен микроскопическими отверстиями в результате разряда высокого напряжения. И я могу уточнить глупость, которую ты допустил: ты коснулся баллона во время работы отверткой или чем-либо подобным.

Н. — Боюсь, что ты угадал. Но я полагал, что именно таким образом следует убедиться в наличии высокого напряжения.

Л. — Ни в коем случае нельзя касаться баллона.

Н. — Что делать, он погиб. Но почему на кинескоп все же подается высокое напряжение? [1]

Л. — Решительно, ты глуп, Незнайкин. Я ведь сказал, что высокое напряжение не выпрямлено. Кенотрон проводит через наполняющий его газ, который охлаждает катод и, следовательно, препятствует его разогреву. Если бы ты мог проследить начало этого процесса, ты увидел бы, как в баллоне появляется фиолетовое свечение.

Сомнительный симптом

Н. — Я полагаю, что, за исключением того случая, когда сам кинескоп выходит из строя, любая из возможных, достаточно многочисленных неисправностей в генераторе строчной развертки может быть причиной отсутствия свечения экрана, так как этот генератор является источником высокого напряжения.

Л. — Ты как по книжке читаешь.

Н. — Но я все же затруднился бы установить истинную причину неисправности. Не существуют ли какие-либо вторичные симптомы?

Л. — Безусловно, но их нужно уметь увидеть. Вот наиболее заметные из них: отсутствие накала высоковольтного кенотрона (разумеется, если он исправен), красное каление анодов выходной лампы и демпфирующего кенотрона, дымящиеся сопротивления. Наиболее бесспорным признаком неисправности в генераторе строчной развертки является отсутствие накала высоковольтного кенотрона.

Н. — Да, но, к сожалению, возможных причин тут тьма...

Л. — Это правда. Любая или почти любая деталь может оказаться под подозрением. Вернемся теперь к твоей схеме (рис. 15) с мультивибратором в качестве задающего генератора (в других схемах это может быть блокинг-генератор). Попробуй перечислить все бросающиеся в глаза возможные повреждения.

Н. — Начнем с цепи ускоряющего напряжения. Останови меня, если я где-нибудь ошибусь. Во-первых, короткое замыкание в кинескопе, во-вторых, пробой конденсатора C_7...

Л. — Он имеется не во всех типах телевизоров.

Н. — В-третьих, выход из строя кенотрона $Л_4$, в-четвертых, короткое замыкание в строчном трансформаторе и отклоняющей системе.

Л. — Признаки: анод лампы $Л_2$ разогревается докрасна.

Н. — Почему?

Л. — Из-за рассогласования сопротивлений нагрузки и лампы. Ведь эта лампа является генератором.

Н. — Где мы остановились? Да, в-пятых, пробой конденсатора C_6.

---

[1] В современных кинескопах с внешней металлизацией оболочки при подобной неисправности кенотрона высокое напряжение будет отсутствовать вследствие большой емкости анода кинескопа относительно земли. Высокое напряжение на проводе питания кинескопа появится лишь в случае его отключения от анода кинескопа. *Прим. ред.*

Л. — Признаки: анод кенотрона $Л_3$ разогревается докрасна по той же причине, что и лампа. В точке *а* не повышенное напряжение от 500 до 700 *в* (в зависимости от типа телевизора), а напряжение источника питания 200—250 *в*.

Н. — В-шестых, выход из строя диода $Л_3$ и отсутствие поэтому напряжения в точке *а*.

Л. — Погоди, это верно, если конденсатор C_6 бумажный, и неверно, если это электролитический конденсатор. В последнем случае через конденсатор может пройти ток, так как он оказывается неправильно включенным (его отрицательный электрод присоединен

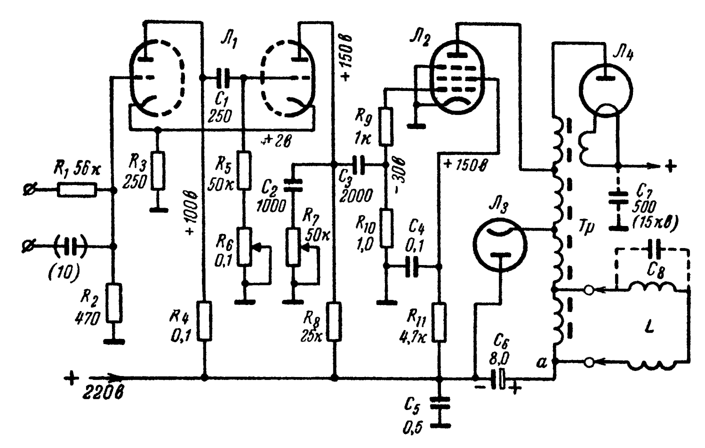


Рис. 15. Полная схема генератора строчной развертки, полученная путем добавления мультивибратора к схеме на рис. 10. На этой схеме показаны два возможных варианта подачи синхроимпульсов на ее вход.

$Л_1$ — мультивибратор; R_6 — регулятор частоты; R_7 — регулятор линейности; $Л_2$ — выходная лампа; $Л_3$ — демпфирующий диод; C_6 — вольтодобавочный конденсатор; $Л_4$ — высоковольтный кенотрон; *Тр* — строчный автотрансформатор; *L* — отклоняющая катушка.

к положительному плюсу источника питания). В таких телевизорах даже при выходе из строя кенотрона $Л_3$ спустя несколько минут после включения появляется сильно пониженное ускоряющее напряжение. Может даже появиться очень бледное и сильно увеличенное изображение.

Н. — Как моя крошка кузина. Говорят, что она слишком быстро росла. А почему изображение при этом увеличивается?

Л. — Тебе не стыдно, Незнайкин? Ты же знаешь, что чувствительность отклонения кинескопа...

Н. — ...обратно пропорциональна ускоряющему напряжению. Не сердись. Но это значит, что противоположные признаки (малые размеры при очень ярком изображении) указывают на избыток ускоряющего напряжения?

Л. — Конечно, иногда это бывает.

Н. — Продолжим. В-седьмых, пробой конденсатора C_4, сопротивление R_{11} дымит, напряжение на экранирующей сетке равно нулю.

Л. — Погоди, конденсатор C_4 встречается не во всех типах телевизоров.

Н. — В-восьмых, обрыв в сопротивлении R_{11}, в-девятых, выход из строя лампы $Л_2$, в-десятых, отсутствие напряжения возбуждения на сетке лампы $Л_2$.

Л. — Признак: разогрев анода лампы $Л_2$ докрасна так же, как иногда и лампы $Л_3$.

Н. — Но почему?

Л. — Потому что смещение на сетке лампы $Л_2$ обусловлено наличием сеточного тока. Нормально на сетке должно быть отрицательное напряжение смещения порядка 30—40 *в*, образующееся в результате выпрямления напряжения возбуждения (с размахом около 100 *в*). Выпрямительным диодом является при этом промежуток сетка — катод, как в генераторных лампах.

Н. — Но как производить измерения в схеме, если аноды ламп раскалились докрасна? Мне кажется, что они могут 100 раз погибнуть за это время.

Л. — Они обычно уже оказываются испорченными к моменту, когда тебя просят найти неисправность. Тем не менее полезно отключить экранирующее напряжение, отсоединив сопротивление R_{11}. При этом можно спокойно исследовать схему, в частности, мультивибратор.

Н. — Существует ли какой-нибудь способ проверки наличия ускоряющего напряжения на кинескопе, если под руками нет подходящего измерительного прибора? Мизинец для этого явно не годится, я уже убедился.

Л. — Можно использовать для этого длинную отвертку с ручкой из хорошего диэлектрика, хотя бы сухого дерева.

Н. — Но в случае пробоя изолирующей ручки жизнь человека подвергнется серьезному испытанию?

Л. — Нет, мощность источника ускоряющего напряжения настолько незначительна, что никаких неприятностей, кроме солидной встряски и легкого точечного ожога, не произойдет.

Н. — Но как же превратить отвертку в высоковольтный вольтметр?

Л. — Нужно медленно подносить лезвие отвертки к выводу высокого напряжения. В зависимости от величины ускоряющего напряжения на расстоянии в 1—2 *см* от вывода на лезвии появляется голубоватое истечение, переходящее в искру при дальнейшем уменьшении расстояния. При этом следует тщательно избегать касания отвертки каких-либо заземленных частей, так как в этом случае может перегореть высоковольтный кенотрон.

Если цвет искры не голубоватый, а розовый, это верный признак короткого замыкания в высоковольтном кенотроне. При этом розовая искра тихо шипит, а не потрескивает, как голубоватая.

Н. — Спасибо, Любознайкин, но у меня начинает немного путаться в голове. Как раз наступило время привести все в порядок перед тем, как продолжать.

Л. — Ладно, идем пить чай.

БЕСЕДА ТРЕТЬЯ

После общего обзора схемы генератора строчной развертки и его вспомогательных цепей Любознайкин и Незнайкин приступают к изучению импульсных генераторов, вырабатывающих напряжение возбуждения выходного каскада строчной развертки. В то же время они классифицируют различные причины возможных неисправностей строчной развертки. Наконец, они знакомятся с методами борьбы с различными дефектами в схеме строчной развертки. В результате этого будут обсуждены следующие темы: защита выходного каскада строчной развертки; формирующая цепь; блокинг-генератор; мультивибратор; потенциометры; паразитные колебания; искажения горизонтальной развертки; регулировка линейности; регулировка амплитуды.

ЕЩЕ О ГЕНЕРАТОРЕ СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ

Разные причины, одинаковые следствия

Незнайкин. — Я чувствую, что опять нахожусь в форме, и мне только что пришла мысль, что неисправности в мультивибраторе (или блокинг-генераторе) и в выходном каскаде могут в конце концов привести к одинаковым последствиям... Что же касается неисправностей, возникающих при прекращении подачи напряжения возбуждения, то мне кажется, достаточно включить в цепь катода сопротивление, чтобы получить напряжение смещения...

Любознайкин. — Так иногда и поступают. Но чаще ограничиваются небольшим сопротивлением, создающим только часть требуемого напряжения смещения и лишь уменьшающим степень неприятностей. Режим работы выходного каскада не всегда позволяет использовать независимое смещение. Для защиты же выходного каскада применяют специальные плавкие предохранители.

Н. — Что ж, это тоже не плохо. Рассмотрим неисправности генератора пилообразного напряжения...

Л. — Или, скорее, генератора импульсов специальной формы, запускающих выходной каскад, который, как ты знаешь, является в известной мере прерывателем.

Н. — Но разве не существует таких генераторов развертки, где выходная лампа работает в режиме самовозбуждения?

Л. — Они имеются. Только невозможно изучить все возможные варианты схем. Тем более, что такие схемы мало распространены и причины неисправностей в них достаточно одинаковы (разумеется, без источников неисправностей в каскаде возбуждения). Если напряжение питания имеет необходимую величину, лампы исправны и значения параметров всех деталей соответствуют номиналу, то хорошая работа генератора обеспечена.

Н. — Вариантов схем каскада возбуждения также, по-видимому, достаточное количество. Но во всех схемах имеется цепь C_2R_7 (рис. 15), назначение которой мне недостаточно ясно.

Л. — Это дифференцирующая цепь, параметры которой можно изменять и благодаря этому регулировать в напряжении возбуждения лампы $Л_2$ соотношение между пилообразным напряжением и импульсом напряжения на обратном ходе развертки. Поэтому эту цепь часто называют формирующей. Практически ее параметры выбираются для данного типа телевизора таким образом, чтобы амплитуда развертки по возможности получилась наибольшей. При этом режим лампы $Л_2$ получается наилучшим.

Н. — Можно догадаться, что кроме измерения величин напряжений и токов существует еще один способ определения исправности телевизора. Это проверка формы и амплитуды всех колебаний, конечно, с помощью осциллографа. Именно по этой причине, очевидно, часто рисуют в разных точках схемы осциллограммы с обозначением размаха колебаний...

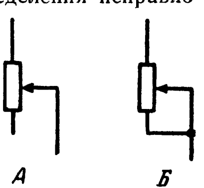


Рис. 16. Потенциометр, включенный по схеме *А*, обречен на скорую гибель. В схеме *Б* замкнутая накоротко часть потенциометра, шунтируя движок, препятствует полному разрыву цепи и, следовательно, искрению, разрушающему проводящий слой.

Л. — Именно поэтому следовало бы чаще изображать их на схемах.

Н. — Я полагаю, что одинаково легко исправить блокинг-генератор и мультивибратор, как, впрочем, и генератор любого типа. Для этого достаточно восстановить номинальные значения всех параметров, что упрощает задачу. Работа телевизора прекращается полностью в случае перегорания лампы, пробоя в конденсаторе или обрыва в сопротивлении. Мне представляется очевидным, что недостаточная амплитуда развертки может явиться следствием старения лампы, пониженного напряжения питания или увеличения какого-либо сопротивления. Плохое состояние того или иного потенциометра может вызвать скачки амплитуды или частоты развертки. Такой потенциометр легко выявить, если покрутить немного ручки управления.

Л. — Кстати о потенциометре. В тех случаях, когда он включен как переменное сопротивление, никогда не забывай во избежание порчи потенциометра соединять оставшийся свободный вывод с движком (рис. 16).

Н. — Это забавно! Почему же?

Л. — При таком замыкании резко уменьшается искра под движком, приводящая к обгоранию потенциометра, так как при этом нет полного разрыва цепи.

Н. — Почему в схеме на рис. 17 на анод лампы блокинг-генератора подается повышенное напряжение от выходного каскада?

Л. — Чтобы увеличить амплитуду развертки и иметь возможность регулировать ее с помощью потенциометра R_5. Впрочем, этот потенциометр применяется не во всех схемах.

Н. — Но в схеме на рис. 17 я вижу дополнительный источник возможных неисправностей — обрыв в трансформаторе *Тр*.

Л. — Естественно. Но не хочешь ли ты подвести некоторые итоги?

Н. — Дай сосредоточиться. Я начал бы так. Генератор строчной развертки со вспомогательными цепями состоит из четырех основных элементов: 1) генератора возбуждения (задающего гене-

ратора); 2) выходного каскада; 3) выпрямителя ускоряющего напряжения, работающего от импульсов высокого напряжения, возникающих на обратном ходу развертки, и 4) демпфирующей цепи, являющейся также цепью регенерации мощности, используемой для повышения анодного напряжения выходной лампы.

Отсутствие ускоряющего напряжения влечет за собой, очевидно, полное исчезновение изображения. Причина может скры-

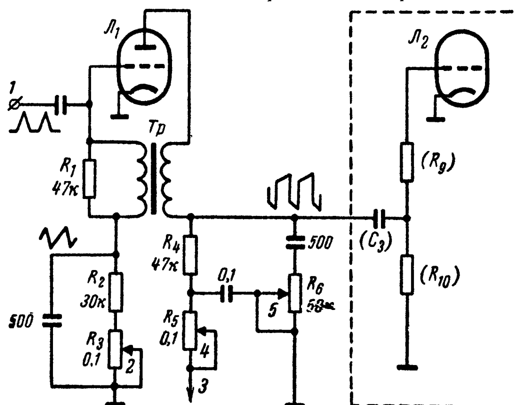


Рис. 17. Схема блокинг-генератора, который может быть использован в схеме на рис. 15 вместо мультивибратора.

1 — вход синхроимпульсов; *2* — регулятор частоты; *3* — к точке *а* на рис. 15; *4* — регулятор амплитуды развертки; *5* — регулятор линейности.

ваться как в выпрямителе ускоряющего напряжения, так и в трех других основных элементах.

Если нет высокого напряжения непосредственно на аноде высоковольтного кенотрона, то нужно проверить исправность демпфирующего диода и вольтодобавочного конденсатора C_6 (рис. 15). В случае исправности основного источника анодного питания надо проследить, не греются ли докрасна аноды выходной лампы и демпфирующего диода. Причиной перегрева могут быть либо несогласованная нагрузка, иными словами короткое замыкание в строчном трансформаторе и отклоняющей катушке, либо отсутствие напряжения возбуждения и как следствие отсутствие напряжения возбуждения на управляющей сетке выходной лампы. В последнем случае нужно проверить мультивибратор (или трансформатор блокинг-генератора).

Л. — Это так, но этим ведь не все исчерпано.

То, что в схеме явно не видно

Н. — Ты меня просто выводишь из себя, Любознайкин. Ты непрерывно твердишь, что «все очень просто» и тут же завлекаешь меня во все более запутанные лабиринты. Эта проклятая строчная развертка отняла у нас уже столько времени...

Л. — Но пойми, дружище, что это элемент телевизора, являющийся источником наиболее частых повреждений, хотя из схемы это и не видно. Поэтому не грех и задержаться на нем.

Н. — И иметь еще раз повод услышать, что все остальное «очень просто»? Но прости мне мое недоверие. Что с ним еще может случиться?

Л. — Неисправности, которые могут быть не будучи, и в то же время будучи...

Н. — Но ты издеваешься надо мной!

Л. — Чтобы в этом убедиться, вернемся к схеме на рис. 15. Какое назначение имеет, по твоему, сопротивление R_9?

Н. — Гасить паразитные колебания. Такие сопротивления встречаются и в радиоприемниках.

Л. — Это верно. В некоторых телевизорах стоят сопротивления порядка 100 *ом*. Это очень часто слишком мало. Как правило, сопротивление должно быть не менее 500 *ом*.

Но паразитные колебания могут возникать и вследствие излишних связей, например, между мультивибратором и отклоняющей катушкой или антенным снижением и отклоняющей катушкой. Следует остерегаться опасного соседства! Весь генератор строчной развертки следовало бы экранировать, но нельзя помещать мультивибратор в общий экран с выходной лампой и демпфирующим диодом и высоковольтным кенотроном.

При возникновении паразитных колебаний по экрану непрерывно пробегает неприятная рябь.

А какого ты мнения о конденсаторе C_5?

Н. — Это цепь короткого замыкания для строчной частоты 15 625 *гц*.

Л. — Поистине, ты сегодня в ударе! В самом деле, благодаря этому конденсатору переменная составляющая не разгуливает по всей схеме. Результатом таких прогулок было бы волнообразное искривление изображения. Конденсатор должен иметь емкость 1 *мкф*.

Н. — Иными словами, опять паразиты.

Л. — Такое же назначение имеет постоянный или подстроечный конденсатор C_8. С этой же целью применены сопротивление R_1 в схеме блокинг-генератора (рис. 17), сопротивления, включенные параллельно или последовательно с различными катушками (естественно, без блокировочных конденсаторов), а также сопротивления в цепях анодов и экранирующих сеток различных ламп.

О нелинейных искажениях

Н. — Нам еще остается...

Л. — ...рассмотреть вопрос о нелинейных искажениях строчной развертки.

Н. — Действительно, я и не подумал об этом. Я ведь как-то видел телевизор, напоминающий кривое зеркало. Действующие лица, невероятно толстые, когда они находились в левой части экрана, стремительно худели, перемещаясь направо, и наоборот. Отчего это может быть?

Л. — А ты ни с чем подобным не встречался в радиоприемниках?

Н. — Не такое же ли это явление, как нелинейные искажения в усилителе низкой частоты при неправильном согласовании сопротивлений?

Л. — Безусловно.

Н. — Или когда неправильно выбрана рабочая точка на характеристике лампы?

Л. — Верно.

Н. — Или, что аналогично, когда изменились параметры лампы?

Л. — Ну конечно. И, кроме того, может оказаться, что форма или амплитуда напряжения возбуждения не те, что требуются.

Н. — Мне кажется, что последние две причины наиболее вероятны. Ведь единственное, что может изменить нагрузку выходной лампы строчной развертки, это пробой строчного трансформатора или отклоняющих катушек. А пробой — это полный выход развертки из строя.

Л. — Как правило, да. Но в результате короткого замыкания витков в отклоняющей системе изображение может оказаться и трапециевидным, обращенным узкой стороной к неисправной катушке. Это наблюдается обычно в старых типах телевизоров с высокоомными отклоняющими катушками.

Н. — Во всяком случае, при появлении нелинейных искажений следует заменить выходную лампу. Если при этом ничего не изменится, значит, дело в напряжении возбуждения?

Л. — Это наиболее вероятно.

Н. — К сожалению, в моем телевизоре нет ничего, кроме формирующей цепи для регулировки линейности.

Л. — В некоторых телевизорах применены специальные линеаризирующие устройства. Обычно они связаны со схемой регенерации мощности, как, например, переменная индуктивность в цепи демпфирующей лампы. Но вряд ли ты будешь испытывать какие-либо неприятности из-за их отсутствия в твоем телевизоре.

Н. — А если все же потребуется устранить нелинейные искажения?

Л. — Тогда следует проверить значения емкостей в мультивибраторе. Кроме того, можно попробовать подобрать сопротивление в цепи экранирующей сетки лампы выходного каскада при различных значениях напряжения возбуждения.

Н. — Причем, очевидно, менять напряжение возбуждения можно путем изменения сопротивления R_8 в мультивибраторе (рис. 15) либо сопротивления R_2 (или потенциометра R_5, если он имеется) в блокинг-генераторе (рис. 17). Конечно, величина этих сопротивлений может с течением времени измениться.

Вопрос золотой середины

Н. — Но разве не существует других видов искажений изображения?

Л. — Можно, конечно, говорить об амплитудных искажениях, но обычно говорят, что изображение слишком велико или мало.

Н. — А, наконец-то мы коснемся регулировки амплитуды строчной развертки. Для этого предназначена ручка с надписью «размер по горизонтали», расположенная обычно сзади телевизора и очень удобная, если, конечно, кто-нибудь соглашается держать зеркало

перед экраном телевизора. Только я не знаю, на чем эта ручка укреплена. Не на потенциометре ли R_5 блокинг-генератора?

Л. — Такая регулировка практически не встречается. Наиболее часто регулятор размера связан непосредственно с отклоняющей системой. На рис. 18 приведено несколько схем возможных вариантов такой регулировки.

Н. — Очевидно, роль переменной индуктивности в этих схемах до некоторой степени напоминает роль реостата?

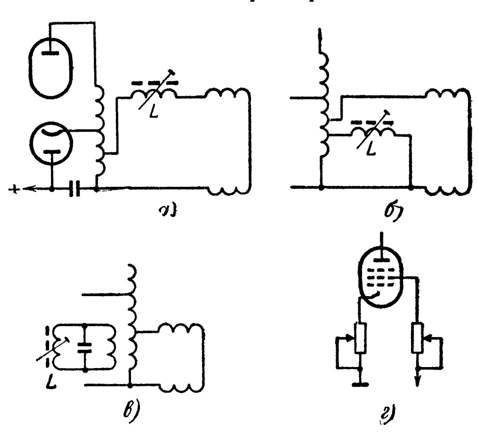


Рис. 18. Схемы регулировки амплитуды строчной развертки.

Регулировка осуществляется с помощью переменной индуктивности L, включенной соответственно последовательно с отклоняющей катушкой (*а*), параллельно части витков строчного автотрансформатора (*б*) и связанной индуктивно с автотрансформатором (*в*). На схеме *г* показаны два способа регулировки, встречающиеся в более старых типах телевизоров.

Л. — Да, и вряд ли стоит задерживаться на этих схемах. В более старых моделях телевизоров можно еще встретить переменное сопротивление в цепи катода выходной лампы (рис. 18).

Н. — Простая и привлекательная схема...

Л. — Но в настоящее время неприменяемая, так как она обладает тем серьезным недостатком, что любые изменения режима выходного каскада (путем изменения напряжения возбуждения, катодного сопротивления обратной связи и напряжения экранирующей сетки) связаны с изменением ускоряющего напряжения на аноде кинескопа. Подумай, и ты поймешь, что тут получается заколдованный круг.

Н. — Посмотрим... выходное напряжение лампы, питающей отклоняющие катушки, уменьшается и, следовательно, амплитуда развертки тоже. Но одновременно падает ускоряющее напряжение, благодаря чему чувствительность кинескопа к отклонению увеличивается. Таким образом, размер изображения уменьшается в меньшей степени, чем при постоянном ускоряющем напряжении.

Л. — Поэтому такие методы регулировки размера применялись в те отдаленные времена, когда ускоряющее напряжение получали от сетевого напряжения или от специального генератора. Уменьшение ускоряющего напряжения недопустимо еще потому, что при этом падает разрешающая способность кинескопа.

Н. — Я полагаю, что тем не менее в случаях, когда ручка регулировки размера оказывается бессильной, дозволено попытаться установить порядок, воздействуя на напряжение питания, напряжение на экранирующей сетке выходной лампы и сопротивление в цепи анода лампы блокинг-генератора или мультивибратора?

Л. — Именно так и следует поступать, если схема в порядке и видно, что другого решения не существует.

Незнайкин расстроен

Н. — Вчера я встретился во дворе с сыном наших соседей. Он начал расспрашивать, какой у нас дома телевизор и хвастался, что у них теперь телевизор с кинескопом с углом отклонения луча в 110°. У него получалось так, что о людях, у которых угол отклонения в кинескопе меньше 100°, вообще-то и говорить не стоит. Я очень расстроился и даже не хотел смотреть передачу.

Л. — Бедный Незнайкин. Может быть тебя утешит то обстоятельство, что получение хорошего растра в современных телевизорах с кинескопами с углом отклонения луча в 110° значительно сложнее, чем в старых типах телевизоров с кинескопами с 70-градусным отклонением.

Н. — Зачем же их тогда выпускают?

Л. — Ты от огорчения забыл все, что мы когда-то говорили о значении угла отклонения.

Н. — Действительно, я вспомнил. Ведь чем больше угол отклонения, тем меньше длина кинескопа и тем компактнее телевизор. Это следует из простых геометрических соображений.

Л. — Ого! Ты заговорил языком науки! К сожалению, чем больше угол отклонения, тем сильнее выражены так называемые подушкообразные искажения растра. Как показывает само наименование, без специальной коррекции форма растра отличается от прямоугольника. Ширина и высота растра в центре меньше, чем по краям, и он действительно напоминает подушку.

Н. — Я рад отметить, что такое изображение не доставит большое удовольствие моему соседу.

Л. — Не злорадствуй, так как в результате ряда мер эти искажения компенсируются.

Н. — А в чем заключаются эти меры?

Л. — Прежде всего необходимы очень тщательный расчет и изготовление отклоняющей системы. Кроме того, на отклоняющей системе устанавливаются специальные корректирующие магниты.

Н. — А что делать, если подушкообразные искажения все же появятся?

Л. — Это означает, что несколько размагнитились или сместились корректирующие магниты. Их следует поворачивать с помощью отвертки из немагнитного материала, пока растр снова не окажется прямоугольным.

Н. — Ох! Я чувствую, что у меня начинается несварение генераторов развертки, мой старый друг Любознайкин! Тем не менее спасибо и до скорого свидания.

БЕСЕДА ЧЕТВЕРТАЯ

Работа кинескопа — наиболее существенного элемента телевизора — теснейшим образом зависит от генератора строчной развертки, являющегося источником ускоряющего напряжения, как это следует из второй беседы. Вслед за генератором строчной развертки наиболее целесообразно перейти к изучению кинескопа, а также различных относящихся к нему устройств и свойственных им возможных неисправностей. Это и будет предметом настоящей беседы, во время которой два друга обсудят такие темы: потеря эмиссии катода кинескопа; замена кинескопа; ионная ловушка; ионное пятно; ухудшение вакуума; дефекты проводящего слоя; короткое замыкание в арматуре кинескопа; цепь гашения обратного хода луча; напряжения питания кинескопа; фокусировка.

КИНЕСКОП

Глава, в которой несчастья одних приносят счастье другим

Незнайкин. — Я тебе завидую, Любознайкин! Какой у тебя великолепный телевизор. Он должен тебя вполне удовлетворять...

Любознайкин. — Безусловно, если бы он работал и к тому же был моим собственным. Но он неисправен. Сегодня утром мне его принес один приятель и попросил починить. Ты пришел как раз кстати, так как я полагаю, что ты поможешь мне заменить в нем кинескоп.

Н. — Какая, однако, серьезная авария.

Л. — Вот, включи вилку в штепсель и засунь свой орлиный нос в телевизор, чтобы я мог услышать твое компетентное мнение.

Н. — Все лампы нагреваются, в том числе и кинескоп. Неповоротливее всех демпфирующий диод. А, вот и высоковольтный кенотрон начинает разогреваться.

Л. — Я установил регулятор звука на нуль. Прислушайся.

Н. — Я слышу легкое гудение генератора кадровой развертки и слабое шипение, исходящее, кажется, от высоковольтного кенотрона. При этом кинескоп остается темным.

Л. — В каких случаях может появиться такое шипение?

Н. — Вероятно, это тихий разряд при слишком высоком напряжении?

Л. — Конечно, потому что кинескоп не работает или потребляет очень малый ток. Такое же шипение можно услышать в исправном телевизоре, если снизить яркость экрана до нуля. Я подрегулировал яркость, посмотри на изображение.

Н. — А разве оно имеется? Я его не заметил.

Л. — Потому что оно еле заметно. Стоит слегка увеличить контраст, как оно полностью исчезает. Получить светлые места невозможно. В то же время ионная ловушка установлена правильно, все напряжения на катоде, управляющем электроде и первом аноде в порядке. Ясно, что кинескоп потерял эмиссию.

Н. — А теперь расскажи, как следует заменить кинескоп.

Л. — Прежде всего, никогда не затягивай сильно скобу или ремень, которыми закрепляется кинескоп. Вообще избегай создавать чем-либо сильное давление на стеклянную оболочку кинескопа. Убедись, что между заземляющей щеткой и внешним слоем из аквадага имеется контакт. Заметь положение магнита ионной ловушки на старом кинескопе, чтобы не искать слишком долго правильное его положение на новом. Такие поиски не приносят пользы кинескопу. И, наконец, обращайся всегда с кинескопом, особенно больших размеров, так, как будто у тебя в руках бомба. Ведь не случайно на заводах определенная группа работников работает в перчатках и защитных масках.

Н. — А что нужно сделать, чтобы кинескоп, вышедший из строя, перестал быть опасным?

Л. — Существует мнение, что надо отбить горловину, но я с этим совершенно не согласен. Я всегда поступаю следующим образом. Прежде всего я помещаю кинескоп в картонную коробку (упаковку) так, чтобы снаружи из круглого ее отверстия торчал только цоколь. Затем с помощью плоскогубцев я ломаю центральный пластмассовый цилиндрик и вслед за этим стеклянный отросток, находящийся в цилиндрике и предназначенный для откачки кинескопа. При этом слышен лишь легкий свист входящего воздуха.

Н. — Итак, вечная память старому кинескопу!

Ионные ловушки

Л. — Ладно. Поскольку кинескоп установлен, отрегулируем положение магнита ионной ловушки.

Н. — Как же это сделать?

Л. — Нужно медленно передвигать магнит взад и вперед вдоль горловины кинескопа в пределах 3—4 *см* от цоколя, все время поворачивая его на небольшой угол. Регулятор яркости следует установить на максимум. Как только появится свечение экрана, необходимо начать уменьшать яркость, продолжая искать такое положение магнита, которое соответствует установке ручки регулировки яркости на наименьшую возможную яркость.

Н. — А какие неприятности могут возникнуть при неправильной установке магнита?

Л. — Это может повлечь за собой быстрый выход кинескопа из строя. Ни в коем случае не следует медлить с регулировкой положения магнита после включения кинескопа. Хотя ты и заметил, что в процессе регулировки положения магнита изображение несколько перемещается вверх, вниз, вправо и влево в зависимости от положения магнита на горловине, никогда не пользуйся этим для получения правильной центровки (кадрирования) растра. Для этой цели существует специальная ручка регулировки в телевизорах старых типов с кинескопами с электромагнитной фокусировкой и специальные центрирующие магниты в современных телевизорах с кинескопами с электростатической фокусировкой.

Особенно запомни следующее. Изображение можно получить и не при оптимальном положении магнита ионной ловушки, когда ручка регулировки яркости не была установлена на наименьшую возможную яркость. При этом для получения яркого контрастного

изображения приходится более или менее значительно поворачивать ручку регулировки яркости в сторону ее увеличения. В таких условиях кинескоп быстро теряет эмиссию и уже никакая регулировка не поможет получить достаточную яркость. Возможно, что именно это послужило причиной выхода из строя того кинескопа, который мы только что заменили, если только, конечно, его не включали часто...

Н. — В форсированном режиме...

Л. — Иными словами, при избыточной яркости и контрастности.

Черный список

Н. — Какие еще неисправности связаны с кинескопом?

Л. — Если не считать ионного пятна в кинескопах старых типов, то можно указать на плохой вакуум. Этот дефект не всегда можно сразу установить, так как кинескоп ведет себя почти так же, как и при потере эмиссии: изображение туманное, светлые места окружены ореолом и невозможно получить требуемый контраст, так как черные места получаются серыми.

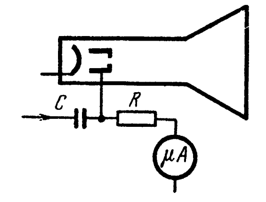


Рис. 19. Схема измерения тока управляющего электрода кинескопа.

Ток должен быть практически равен нулю, если в кинескопе достаточный вакуум. При таком измерении надо отключить от схемы конденсатор *C*, так как его утечка может сильно исказить результаты измерения.

Н. — Это происходит, вероятно, в результате образования положительных ионов при столкновении быстро пролетающих электронов с молекулами газа?

Л. — Конечно. При этом освободившиеся электроны рассеиваются по всей поверхности экрана, вызывая общее снижение контраста.

Н. — А ионы попадают, по-видимому, на отрицательно заряженный электрод, на управляющий электрод?

Л. — Вот именно. Это и подсказывает методику определения такого дефекта. Чувствительный вольтметр, включенный параллельно сопротивлению в цепи управляющего электрода, показывает в таких случаях напряжение в несколько вольт. Плюс должен быть на конце сопротивления со стороны управляющего электрода. Таким путем можно определить наличие тока в цепи управляющего электрода без отпайки провода. Можно, впрочем, если ты не боишься пайки, включить последовательно с управляющим электродом микроамперметр (рис. 19). Нормально ток в цепи управляющего электрода не должен превосходить нескольких микроампер. Если прибор показывает несколько десятков микроампер, ты можешь быть уверен, что вакуум нарушен.

Следует, однако, хорошо запомнить, что конденсатор *C*, служащий для подачи импульсов гашения обратного хода, может иметь пониженное сопротивление изоляции. Если другой его конец находится под положительным потенциалом, то из-за тока утечки могут появиться такие же симптомы, как при наличии газа в кинескопе.

Н. — Я как-то слышал о кинескопах, дающих искаженное изображение.

Л. — Это бывает, хотя и достаточно редко. Искажения могут возникнуть, например, при смещении электродов в результате удара по кинескопу. Чаще, однако, бывает, что на внутренней металлизации оболочки образуются более или менее изолированные площадки. При этом могут появиться искажения (рис. 20) вследствие неравномерного распределения потенциала на внутренней поверхности оболочки.

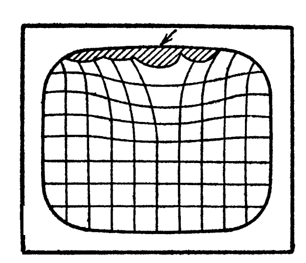


Рис. 20. Искажение растра, обусловленное наличием проводящих налетов на горловине кинескопа. Такое искажение появляется внезапно и сопровождается искрой и щелчком в громкоговорителе, после чего форма растра медленно восстанавливается.

Н. — И, конечно, нужно менять кинескоп?

Л. — Или уменьшить ускоряющее напряжение, например, путем включения в анодную цепь выходной лампы генератора строчной развертки сопротивления в несколько десятков ом и бумажного развязывающего конденсатора емкостью 0,5 *мкф*.

Н. — А короткие замыкания между электродами электронного прожектора?

Л. — Обычно являются причиной полного пропадания изображения. Если короткое замыкание устойчиво, его можно определить с помощью омметра. Переменные короткие замыкания легко обнаруживаются при легком постукивании по горловине работающего кинескопа. В случае короткого замыкания между катодом и нитью накала можно использовать специальный разделительный трансформатор с незначительной емкостью между обмотками (рис. 21) или подать видеосигнал на управляющий электрод...

Н. — Что требует, конечно, полной перетасовки видеоусилителя путем изменения полярности детектирования или добавления инвертора полярности.

Рис. 21. Схема включения трансформатора *Тр* с малой емкостью между обмотками, позволяющая использовать кинескоп с коротким замыканием между нитью накала и катодом.

Л. — Наиболее просто включить перед кинескопом катодно-анодный повторитель (рис. 22). Благодаря сильной отрицательной обратной связи общий коэффициент усиления не меняется, а полоса усиливаемых частот настолько широка, что не требуется применение специальных дросселей для коррекции высоких частот.

Н. — В целом все это не слишком целесообразно.

Л. — Однако таким образом можно достаточно дешево восстановить какой-нибудь старенький телевизор. Иногда катод в одной точке касается своим оксидным слоем управляющего электрода. В этом случае в качестве наилучшего метода можно рекомендовать

разряд электрического конденсатора через эти два электрода. Благодаря возникающей искре часть оксидного слоя испаряется и кинескоп восстанавливается.

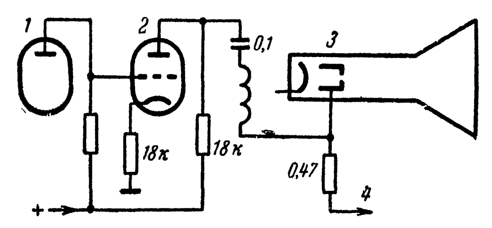


Рис. 22. Схема, позволяющая использовать кинескоп с коротким замыканием между нитью накала и катодом. Между выходным каскадом видеоусилителя и кинескопом включается каскад, меняющий полярность видеосигнала, благодаря чему последний можно подавать на управляющий электрод, а не катод кинескопа.

1 — выходной каскад видеоусилителя; *2* — инвертор полярности; *3* — кинескоп; *4* — к цепи регулировки яркости.

Случаи, когда трубка невиновна

Н. — Мне кажется, что список уже исчерпан и что можно приступить к рассмотрению неисправностей в смежных цепях.

Л. — Мы уже видели одну из них: утечку в разделительном конденсаторе цепи гашения.

Н. — Но разве этот конденсатор всегда присоединен одним концом к точке с повышенным потенциалом?

Л. — Нет, не всегда. Если, например, напряжение гашения снимается с управляющей сетки лампы кадрового блокинг-генератора, то на управляющую сетку попадает в случае пробоя конденсатора *C* на рис. 19 отрицательное напряжение порядка 100 *в*.

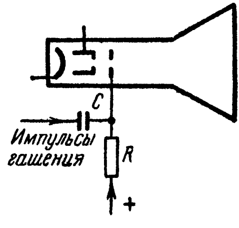


Рис. 23. Схема подачи импульсов гашения обратного хода луча на первый анод кинескопа. В случае пробоя конденсатора *C* экран полностью гаснет.

Н. — И в результате, очевидно, экран кинескопа полностью погаснет?

Л. — Несомненно. Чтобы убедиться в этом, достаточно отключить цепь гашения, отпаяв конденсатор *C*.

Н. — Ну, а в тех случаях, когда импульсы гашения подаются на первый анод (рис. 23)?

Л. — Чаще всего экран будет темным из-за отсутствия напряжения на аноде.

Н. — Что явится несомненным признаком пробитого конденсатора.

Л. — Такой же эффект будет наблюдаться и в тех случаях,

когда конденсатор *C* является не разделительным, а развязывающим элементом (рис. 24). При этом последствия пробоя конденсатора *C* и обрыва сопротивления R_1 в цепи регулятора яркости совершенно одинаковы, так как в обоих случаях резко возрастет отрицательное напряжение на управляющем электроде (или положительное на катоде, что эквивалентно). Совершенно то же происходит при пробое разделительного конденсатора между анодом выходной лампы видеоусилителя и катодом кинескопа (рис. 25). И в этом случае положительный потенциал катода возрастает и электронный поток резко уменьшается.

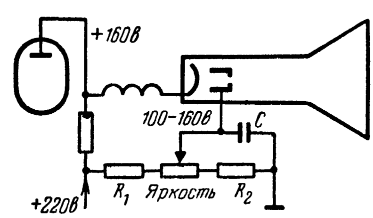


Рис. 24. Схема регулировки яркости в цепи управляющего электрода, используемая в случае непосредственной связи катода кинескопа с анодом лампы видеоусилителя. В случае пробоя конденсатора *C* экран полностью гаснет.

Н. — Но ведь существуют различные схемы...

Л. — Во всех случаях при измерениях напряжений на электродах кинескопа нужно либо измерять их относительно катода, либо по крайней мере пересчитывать к катоду... Нужно иметь в виду, что катод кинескопа часто соединен непосредственно с анодом выходной лампы видеоусилителя и поэтому находится под положительным потенциалом 100—150 *в* относительно шасси. Поэтому если напряжение на первом аноде относительно катода должно быть порядка 200—250 *в*, то относительно шасси это составит 350—400 *в*. При этом напряжение на управляющем электроде должно изменяться с помощью регулятора яркости таким образом, чтобы, с одной стороны, можно было получить полностью затемненный экран и чтобы, с другой стороны, напряжение на управляющем электроде не могло оказаться выше, чем на катоде.

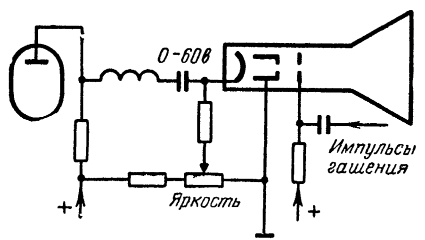


Рис. 25. Схема регулировки яркости в цепи катода кинескопа, используемая в случае емкостной его связи с анодом лампы видеоусилителя. Схема допускает использование кинескопа с ухудшенным вакуумом, поскольку в цепь управляющего электрода такого кинескопа нельзя включать сопротивление. Импульсы гашения обратного хода луча поданы на первый анод.

Н. — При этом, значит, нужно измерять напряжения только между электродами, а не относительно шасси.

Л. — Безусловно.

О фокусировке

Н. — А как найти причины неисправностей в цепи фокусировки луча?

Л. — Может случиться, что напряжение питания не соответствует требуемому значению. В тех же случаях, когда величины напряжений не вызывают сомнений, дефекты кроются, очевидно, в самой фокусирующей системе.

Н. — Очевидно нужно рассмотреть отдельно системы магнитной и электростатической фокусировки?

Л. — Несомненно. В системах магнитной фокусировки с постоянным магнитом [1] возможные неисправности в основном обусловлены механическими дефектами. Нельзя вынимать магнит из его арматуры (экрана), так как при этом он частично размагничивается. В системах с фокусирующей катушкой это вопрос количества ампер-витков...

Н. — И, следовательно, либо короткого замыкания той или иной части витков, либо слишком сильного или, наоборот, слабого тока.

Л. — Иногда фокусирующая катушка используется в качестве фильтра питания какого-нибудь из блоков телевизора. В этом случае при дефектах фокусировки можно одновременно обнаружить неисправность работы самого блока. Так, например, если им является приемник звукового сопровождения, то нечеткое изображение будет сопровождаться искажениями звука вследствие, например, потери эмиссии в выходной лампе усилителя низкой частоты, неправильного напряжения смещения на сетке этой лампы, пробоя одного из разделительных конденсаторов. Могут также появиться утечка в конденсаторе фильтра (рис. 26) и, как следствие, увеличенный ток через фокусирующую катушку.

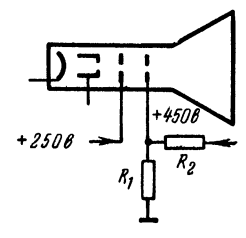


Рис. 27. Напряжение на фокусирующий электрод (второй анод) кинескопа с электростатической фокусировкой подается обычно от делителя напряжения, составленного из двух сопротивлений R_1 и R_2. В случае неисправности одного из сопротивлений фокусировка нарушается. Иногда для более точной фокусировки вместо одного из постоянных сопротивлений включают потенциометр.

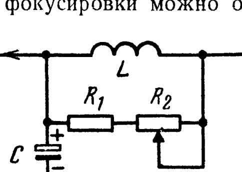


Рис. 26. Схема включения фокусирующей катушки L в анодную цепь одного из элементов телевизора, например приемника звукового сопровождения. В случае неисправности приемника или большого тока утечки конденсатора C фокусировка может оказаться невозможной.

---

[1] В СССР практически не нашли применения. *Прим. ред.*

Н. — Судить же о том, слишком велик или недостаточен ток через фокусирующую катушку, можно, я полагаю, по положению движка потенциометра R_2, т. е. в зависимости от того, замкнут ли он или, наоборот, включен полностью?

Л. — Конечно, и это настолько просто, что не стоит дальше задерживаться на этом вопросе.

Н. — А кинескопы с электростатической фокусировкой?

Л. — Так как в цепи питания фокусирующего электрода (рис. 27) лишь два сопротивления (или сопротивление и потенциометр), неисправное сопротивление легко обнаружить с помощью омметра.

Проблема омоложения

Н. — Кинескоп, очевидно, не обязательно должен испортиться. Он ведь может просто состариться. Что при этом произойдет? По каким признакам можно судить, что наступила пора отправить кинескоп на заслуженный покой?

Л. — Признаком старения кинескопа является постепенное уменьшение эмиссии катода, проявляющееся в падении яркости изображения. В конце концов яркость становится настолько малой, что сколько-нибудь отчетливое изображение удается получить лишь в затемненной комнате. При этом кинескоп разогревается очень долго, несколько минут.

Н. — Следовательно, нужно менять кинескоп?

Л. — Нет, не всегда. Иногда можно восстановить катод, если на несколько часов дать на нить накала повышенное напряжение порядка 12 *в*. После этого некоторые кинескопы работают еще до года и даже больше.

Н. — Ну, а если это не поможет?

Л. — Можно рекомендовать постоянное включение нити накала кинескопа на повышенное напряжение от 7 до 10 *в*, в зависимости от степени потери эмиссии.

Н. — Но где же взять такое напряжение?

Л. — Нужно изготовить специальный маленький повышающий трансформатор. Вторичную обмотку следует секционировать, чтобы иметь возможность подбирать требуемую величину напряжения, а первичную включить на обмотку накала. Например, на сердечник сечением 3 $см^2$ нужно намотать 130 витков (первичная обмотка) и 205 витков (вторичная обмотка) с отводами от 145-го и 185-го витков. Диаметр провода 0,62—0,65 *мм*. Пожалуй, это наиболее радикальный способ продления жизни кинескопа.

Н. — Итак, наши труды сегодня закончены.

БЕСЕДА ПЯТАЯ

Мы еще не касались того блока в телевизоре, который завершает процесс образования телевизионного растра. Мы имеем в виду генератор кадровой (вертикальной) развертки. Этот блок в отличие от рассмотренных ранее меньше взаимосвязан с другими. Хотя схема его внешне несколько напоминает усилитель низкой частоты радиоприемника, возможные неисправности генератора кадровой развертки весьма специфичны. Изучение этого блока и типичных неисправностей в нем завершит рассмотрение генераторов развертки. В связи с этим будут рассмотрены такие вопросы: отсутствие кадровой развертки; блокинг-генератор; поиск неисправностей; искажения кадровой развертки; регулировка линейности; линеаризация развертки с помощью отрицательной обратной связи; возможные варианты схемы; источники искажений; питание от вольтодобавочного конденсатора генератора строчной развертки; потеря эмиссии катода выходной лампы.

ГЕНЕРАТОР КАДРОВОЙ РАЗВЕРТКИ

Однострочный телевизор

Незнайкин. — В свое время было много дискуссий об оптимальном числе строк разложения. Но никто никогда не поднимал вопроса об однострочном разложении. Я только что видел такой телевизор и, признаться, был озадачен.

Любознайкин. — И тебе не стыдно? Ты позорно капитулировал перед столь простой аварией? Незнайкин, я от тебя отрекаюсь, я вижу, что напрасно терял время, пытаясь обучить тебя чему-нибудь.

Н. — Но... Э...

Л. — Изъясняйся вразумительнее, прошу тебя. Каким образом формируется телевизионный растр?

Н. — В... в... в результате горизонтального и вертикального отклонения электронного луча. В общем, телевизор — это осциллограф, уложенный на бок.

Л. — Как ты сказал?

Н. — Ну да. Горизонтальная развертка становится вертикальной, а строчная развертка эквивалентна исследуемому сигналу.

Л. — Должен сознаться, что ты прав.

Н. — Теперь я понял! Если в осциллографе выключить развертку, то сигнал будет чертить прямую линию, длина которой зависит от размаха сигнала или, в нашем случае, строчной развертки. Следовательно, неисправна развертка осциллографа, а в телевизоре — вертикальная развертка.

Л. — Наконец-то!

Н. — И это может быть только кадровая развертка, так как в случае прекращения строчной развертки исчезло бы ускоряющее напряжение на трубке и экран погас бы.

Л. — Великолепно! Но у тебя сегодня явно затянулся процесс пробуждения. Не принимал ли ты снотворное?

Н. — Нет... Но мать дает нам по утрам кофе из чистого цикория из-за своих сердцебиений. Может быть в этом причина.

Л. — Я тебе приготовлю настоящий черный кофе. А пока постарайся сообразить, что может вызвать исчезновение кадровой

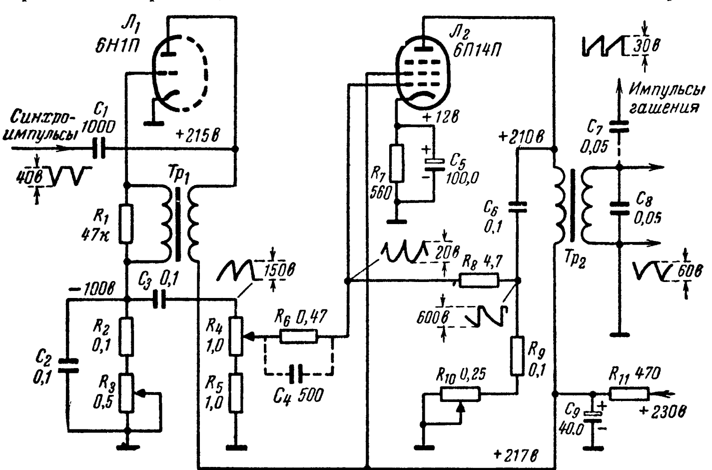


Рис. 28. Типичная схема генератора кадровой развертки. Компенсация нелинейных искажений осуществляется с помощью регулируемой отрицательной обратной связи. На схеме изображены осциллограммы и пиковые значения напряжений.

развертки. Начнем с твоего телевизора, в котором использована наиболее типичная схема кадровой развертки (рис. 28). Можно сразу отметить некоторое внешнее сходство с усилителем низкой частоты радиоприемника и отсутствие таких устройств, как выпрямитель высокого напряжения и схема регенерации мощности, свойственных генератору строчной развертки.

Н. — Но зато здесь целый муравейник сопротивлений и конденсаторов...

Каждому свое

Л. — В действительности это проще, чем ты думаешь..

Н. — Я ждал, что ты это скажешь.

Л. — ...При условии, что хорошо знаешь принцип работы каждого элемента.

Н. — Погоди, я постараюсь разобраться. Лампа $Л_1$ является триодом, входящим в схему блокинг-генератора. Если она исправна и генератор работает, то на нижнем (по схеме) конце сеточной обмотки трансформатора $Тр_1$ должно быть отрицательное напряжение постоянного тока и пилообразное напряжение, хорошо просматриваемое с помощью осциллографа. Напряжение на аноде этой лампы почти не отличается по величине от напряжения питания.

Среди возможных причин неисправностей на первом месте стоит неисправная лампа. Затем обрыв в трансформаторе $Тр_1$, пробой конденсатора C_2, отсутствие напряжения питания (обрыв сопротивления R_{11} или пробой конденсатора C_9). А что произойдет в случае обрыва сопротивления R_2 или потенциометра R_3?

Л. — Постоянная времени цепи $C_2R_2R_3$, определяющая собственную частоту генератора кадровой развертки, выросла бы настолько, что частота развертки изменилась бы с 50 до нескольких герц или даже долей герца.

Н. — А если лампа $Л_1$ частично потеряет эмиссию?

Л. — Тогда амплитуда развертки и, следовательно, вертикальный размер изображения снизятся так, что даже регулировка потенциометром R_4 не всегда поможет получить нужный размер.

Н. — В целом, все это не так сложно. Но продолжим. Лампа $Л_2$ работает в выходном каскаде, и потенциометр R_4 служит для регулировки пилообразного напряжения, подаваемого на ее управляющую сетку. А зачем нужно сопротивление R_5?

Л. — Для ограничения пределов изменения напряжения с помощью потенциометра R_4. Для значений сопротивлений, указанных на схеме, размер изображения можно уменьшить не больше чем в 2 раза относительно номинального. Благодаря этому нельзя получить однострочную развертку, которая может повредить люминесцентный слой и оставить темную линию на экране. Точно так же благодаря наличию сопротивления R_2 нельзя очень сильно увеличить частоту блокинг-генератора, что могло бы вызвать опасные перенапряжения на аноде лампы $Л_2$.

Н. — Ладно, вернемся к нашим неисправностям. Если на нижний по схеме конец трансформатора $Тр_2$ подано напряжение, то оно должно быть и на аноде лампы $Л_2$. В противном случае следует, что первичная обмотка трансформатора оборвана.

Л. — Это так.

Н. — Если лампа исправна или по крайней мере не полностью потеряла эмиссию, то на сопротивлении R_{11} должно быть некоторое падение напряжения, а на катоде лампы положительное напряжение, если, конечно, не пробит конденсатор C_5...

Л. — При пробое этого конденсатора растр сохранится, но будет очень сильно искажен.

Н. — Ну, кажется, все неприятности.

Л. — Ты забыл о возможных коротких замыканиях между электродами лампы.

Н. — Да, да, и обрыв в конденсаторе C_3, следствием чего будет отсутствие напряжения возбуждения на сетке лампы $Л_2$.

Вопросы эстетики

Л. — Но ты ничего не сказал о цепи, состоящей из сопротивлений R_8 и R_9, конденсатора C_6 и потенциометра R_{10}, так же как и о сопротивлении R_6.

Н. — Мне кажется, что эта цепь похожа на цепь отрицательной обратной связи, часто встречающуюся в радиоприемниках. Поэтому, по-видимому, она также предназначена для коррекции искажений, но не звука, а, естественно, развертки.

Л. — Иными словами, для создания искажений противоположного знака относительно напряжения возбуждения.

Н. — Это мне напоминает историю хромого, который шел одной ногой в канаве, а другой по дороге.

Л. — Что еще за нелепая шутка!

Н. — Ну, конечно, неровности дороги компенсировали разницу в длине ног.

Л. — Твои сравнения не слишком научны. Но вернемся к искажениям. Ты должен был заметить, что в исправном телевизоре существует одно положение потенциометра R_{10}, при котором развертка достаточно линейна. При других положениях движка потенциометра нижняя или верхняя часть растра слишком сжата либо верхняя часть слишком растянута.

Н. — Конечно. И, следовательно, если такое положение потенциометра не удается найти, то следует искать неисправный элемент — лампу, сопротивление или конденсатор.

Л. — Совершенно верно. Одна из возможных неисправностей — пробой конденсатора C_6, так как в цепи, где он находится, амплитуда импульсов обратного хода может быть очень значительной. Не забывай, что требования к линейности развертки в телевидении значительно жестче, чем в радио к звуку, так как глаз гораздо чувствительнее к нелинейным искажениям, чем ухо. Тем не менее линейность достигается сравнительно несложными средствами.

Н. — А нельзя ли регулировать линейность путем изменения смещения на управляющей сетке лампы $Л_2$, например меняя сопротивление R_7?

Л. — Для этой цели иногда даже применяют переменное сопротивление (включенное последовательно с постоянным во избежание перегрузки лампы). Эта регулировка воздействует только на нижнюю часть растра. В более простых телевизорах обычно используют постоянное сопротивление и подбирают его оптимальное значение. Поэтому если с помощью потенциометра R_{10} не удается получить удовлетворительную линейность, то необходимо проверить, не изменилось ли сопротивление R_7. Однако в девяти случаях из десяти причиной нелинейности является старение лампы $Л_2$. Восстановить линейность в этом случае можно только путем замены лампы.

Н. — Ну, а если это не лампа, то нужно измерить параметры всех других элементов и заменить неисправный. Кстати, для чего параллельно сопротивлению R_6 включен конденсатор C_4?

Л. — Он встречается не во всех телевизорах и служит для тонкой регулировки линейности в средней части растра.

Н. — А конденсатор C_8?

Л. — Он не имеет отношения к линейности развертки. Между строчными и кадровыми отклоняющими катушками имеется некоторая связь, и конденсатор C_8 уменьшает амплитуду строчных импульсов, наводимых на кадровую отклоняющую систему. А конденсатор C_7 включен в цепь импульсов гашения, подаваемых на управляющий электрод кинескопа.

Вариации на ту же тему

Н. — Все это очень хорошо. Но я полагаю, что существуют и другие схемы кадровой развертки. Не рассмотреть ли нам какой-нибудь другой вариант, конечно, достаточно распространенный?...

Л. — Пожалуйста. Схема, приведенная на рис. 29, широко применялась несколько лет тому назад и встречается довольно часто в настоящее время, хотя и менее популярна.

Можно прежде всего отметить, что блокинг-генератор, изображенный слева от пунктирной линии, почти совершенно аналогичен только что рассмотренному нами.

Н. — Следовательно, зарядную цепь для получения пилообразного напряжения можно включать и в анодную цепь блокинг-генератора. Должно ли зарядное сопротивление R_5 обязательно быть переменным?

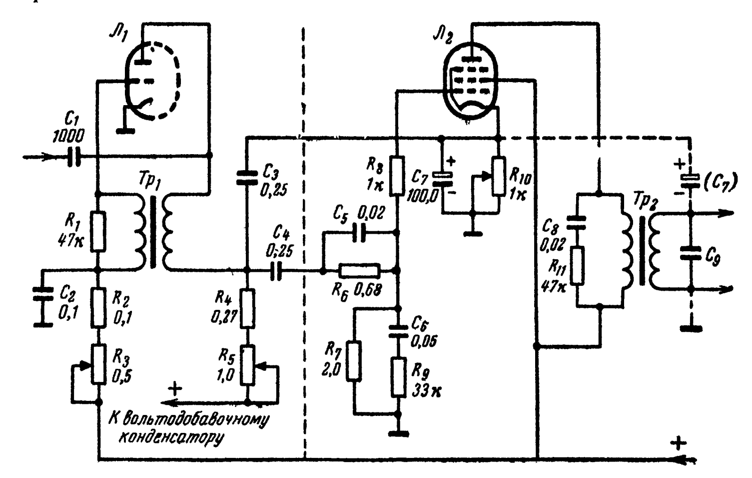


Рис. 29. Схема генератора кадровой развертки, встречающаяся в более старых типах телевизоров. Сопротивления R_6 и R_9 могут быть переменными. Иногда добавляется цепь обратной связи на катод, показанная пунктиром.

Л. — Нет, иногда включают и постоянное сопротивление порядка 0,5 *Мом*. В этой схеме переменное сопротивление R_5 используется для регулировки амплитуды развертки. Следует только иметь в виду, что при изменении амплитуды меняется форма колебания, а следовательно, и линейность. Точно так же потенциометр R_{10}, основным назначением которого является регулировка линейности, влияет на амплитуду развертки.

Н. — Следовательно, регулировка должна осуществляться одновременно обоими потенциометрами?

Л. — Да, и практически это очень несложная операция. Нужно несколько раз поочередно подрегулировать оба потенциометра.

Н. — А что за устройство включено в цепь управляющей сетки лампы $Л_2$?

Л. — Это формирующая цепочка, которая также воздействует на линейность. По существу сопротивления R_6 и R_9 должны были быть переменными, как это иногда и бывает в профессиональной аппаратуре. Такая схема применяется в случаях, когда требуется особенно хорошая линейность, например в проекционной аппара-

туре. Однако подобрать значения постоянных сопротивлений достаточно просто, и с помощью потенциометров R_5 и R_{10} удается получить вполне удовлетворительные результаты.

Н. — Не странно ли, что цепь сетки лампы $Л_1$ включена на плюс источника питания?

Л. — При этом несколько повышается амплитуда колебаний. Конечно, в исправной схеме напряжение на нижнем по схеме конце сеточной обмотки трансформатора $Тр_1$ тем не менее отрицательно и достигает нескольких десятков вольт.

Н. — Питание анодной цепи блокинг-генератора от вольтодобавочного конденсатора строчной развертки также преследует цель увеличения амплитуды развертки?

Л. — Конечно. Обрати также внимание на то, что в этой схеме можно создать цепь отрицательной обратной связи, если конденсатор C_7 не заземлить, а подать на «горячий» конец вторичной обмотки трансформатора $Тр_2$.

Н. — А для чего служит сопротивление R_{11} и конденсатор C_8?

Л. — Для уменьшения импульсов напряжения обратного хода на первичной обмотке трансформатора $Тр_2$, которые могут служить причиной его пробоя.

Н. — Таким образом, к возможным неисправностям, в целом таким же, как и в предыдущей схеме, следует добавить пробой конденсатора C_3 и обрыв сопротивления R_4 или потенциометра R_5, вызывающих полное прекращение развертки.

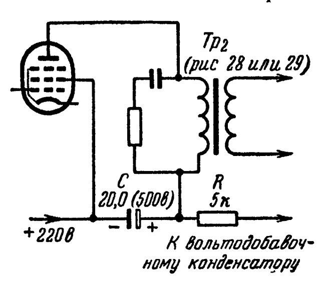


Рис. 30. Схема питания анодной цепи повышенным напряжением от вольтодобавочного конденсатора в генераторе строчной развертки.

Л. — Полезно рассмотреть еще один вариант анодного питания выходной лампы (рис. 30). Лампа питается повышенным напряжением от вольтодобавочного конденсатора строчной развертки. Значение сопротивления R может быть в пределах 2—8 *ком*.

Н. — А почему развязывающий конденсатор C включен на плюс источника питания, а не на шасси? Для уменьшения напряжения на нем?

Л. — В том числе и с этой целью. В основном же для предохранения лампы от повреждения в момент включения напряжения питания.

Н. — Ты меня извини, но я не вижу тут никакой связи.

Л. — Напрасно. Ты знаешь, что схема регенерации мощности может работать лишь после того, как выходная лампа строчной развертки разогреется, вследствие чего повышенное напряжение отстает во времени от напряжения питания. Следовательно, в течение некоторого промежутка времени на экранирующую сетку выходной лампы будет подано напряжение без анодного напряжения.

Н. — Понял! Так же, как в выходной лампе усилителя низкой частоты радиоприемника, в случае обрыва первичной обмотки трансформатора экранирующая сетка нагревается докрасна и лампа погибает. Но при чем тут конденсатор?

Л. — А при том, что в это время конденсатор оказывается включенным шиворот-навыворот, т. е. минусовым электродом к плюсу. При таком включении проводимость электролитического конденсатора очень велика, и анод выходной лампы практически соединен с плюсом источника питания. Это длится до тех пор, пока напряжение на вольтодобавочном конденсаторе не превысит напряжение источника питания.

Н. — Это здорово придумано. Но отсюда можно сделать вывод, что электролитический конденсатор ведет себя как диод?

Л. — Да, но как диод с громадной проходной емкостью. Больше того, электролитические конденсаторы являются развитием электролитических выпрямителей, которые применялись в 30-х годах для заряда аккумуляторов и имели очень низкий коэффициент полезного действия именно из-за этой емкости.

Н. — Очевидно, неисправностями могут быть пробой конденсатора C и обрыв сопротивления R. В последнем случае анодное напряжение будет равно напряжению источника питания, из-за чего явно упадет амплитуда развертки.

Л. — Это правильно.

Н. — Что же касается пробоя конденсатора C...

Л. — Незнайкин, думай!

Н. — Так вот... На сопротивлении R окажется разность повышенного напряжения цепи регенерации мощности и напряжения источника питания, что составит не меньше 300 *в*, и сопротивление раскалится...

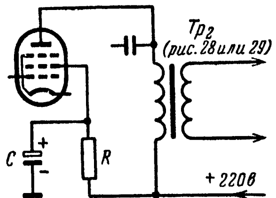


Рис. 31. Схема включения сопротивления в цепь экранирующей сетки с целью компенсации нелинейности кадровой развертки.

Л. — При этом цепь регенерации мощности будет так нагружена, что амплитуда строчной развертки существенно упадет.

Н. — Я даже прослезился.

Л. — Шутки в сторону. Когда ты увидишь, что размеры изображения не превышают почтовой открытки, а из футляра идет дым, начинай осмотр с этого конденсатора.

Н. — Часто ли применяется такая схема питания выходной лампы?

Л. — В последние годы для получения достаточной амплитуды кадровой развертки применяют более мощные выходные пентоды.

Н. — Кстати, почему в цепь экранирующей сетки такого мощного пентода обычно включают сопротивление R и развязывающий конденсатор C (рис. 31)?

Л. — Этим путем устанавливают правильный режим лампы и до известной степени регулируют линейность развертки.

Н. — Благодарю тебя. Теперь я, кажется, рискну применить все эти сведения на практике. Но, если я не ошибся, ты только что ко всем возможным источникам неисправностей добавил еще два: обрыв сопротивления R в цепи экранирующей сетки и пробой конденсатора C развязки, которые повлекут за собой прекращение развертки.

Л. — Если не считать высыхания конденсатора развязки, следствием чего явится уменьшение амплитуды развертки.

Н. — Теперь я надеюсь, что мы ничего не забыли.

Л. — Хватит и этого. Спокойной ночи.

БЕСЕДА ШЕСТАЯ

Очень важно получить яркий, линейный, хорошо сфокусированный растр. Но нужно еще, чтобы развертки были точно синхронизированы с развертками передающей камеры. В противном случае нельзя будет получить устойчивое изображение. Вот почему следует изучить цепи синхронизации, являющиеся необходимым звеном между приемником изображения и развертками. Это и явится предметом настоящей беседы, во время которой будут рассмотрены: неисправная синхронизация; влияние видеоусилителя; амплитудный селектор; разделительный каскад; дифференцирующая цепь; интегрирующая цепь; чересстрочная развертка; спаривание строк; отсутствие кадровой синхронизации; неисправности в разделительном каскаде; импульсная синхронизация; стабилизация частоты мультивибратора резонансным контуром; детектор совпадения; фазовый дискриминатор; симметрирование; регулировка фазового дискриминатора.

СИНХРОНИЗАЦИЯ

Абстракционистский телевизор

Незнайкин. — Здравствуй, дружище. Послушай смешную историю. Вчера совершенно внезапно на экране телевизора моей тетки появилось изображение, я бы сказал, абстракционистского толка. Так как она ненавидит такое «искусство», над ней все издеваются.

Любознайкин. — А ты понял в чем дело?

Н. — Конечно, это вышла из строя синхронизация.

Л. — Верно. А ты не пробовал установить причину? Ты понимаешь, что их может быть несколько.

Н. — Это я знаю, и именно это меня и смущает. Я робко покрутил ручки управления, но это немного дало. В лучшем случае можно было прекратить вертикальное перемещение кадра с помощью ручки «частота кадров», но ручкой «частота строк» удавалось получить изображение не более чем на одно мгновение, после чего свистопляска возобновлялась.

Л. — А качество изображения в эти моменты было хорошим?

Н. — Превосходным, ярким и контрастным, до тех пор, разумеется, пока его удавалось удержать на месте.

Л. — Из этого можно заключить, что наиболее вероятной причиной является неисправность амплитудного селектора.

Амплитудное разделение

Н. — Почему тебя заинтересовало качество изображения?

Л. — Потому что в большинстве современных телевизоров синхронизирующий сигнал берут из анодной цепи лампы видеоусилителя (рис. 32). Неисправность этого усилителя, о котором можно, естественно, судить по качеству изображения, может существенно повлиять на устойчивость синхронизации.

Н. — Но каким образом?

Л. — Представь себе, например, что смещение на управляющей сетке видеоусилителя слишком велико (рис. 33). Видеосигнал будет при этом еще усилен, но синхросигналы практически срежутся. Кроме того, контраст изображения упадет, так как будут плохо воспроизводиться черные места изображения и, скорее всего, появятся линии обратного хода луча из-за недостаточного уровня черного (импульсов гашения).

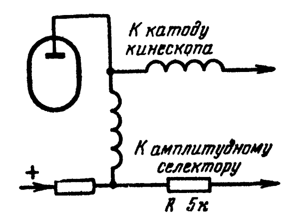


Рис. 32. Схема, показывающая место подключения управляющей сетки лампы амплитудного селектора к анодной цепи лампы видеоусилителя.

Н. — Понятно. Следовательно, в нашем случае подозрение падает на амплитудный селектор?

Л. — Скорей всего, так как задеты и кадры и строки — кадровая синхронизация ослаблена, а строчная совсем отсутствует. Если бы неисправность относилась к одной или другой синхронизации, следовало бы искать причину в цепях разделения синхроимпульсов или в цепях связи синхроимпульсов с генератором развертки. У твоей тетки дорогой или дешевый телевизор?

Н. — Дешевый.

Л. — Я тебя спрашиваю об этом потому, что в дешевых телевизорах обычно не применяют специальных каскадов разделения синхроимпульсов. Поэтому я все больше склоняюсь к тому, что виноват амплитудный селектор. Смотри (рис. 34), здесь изображена типичная упрощенная схема амплитудного селектора с цепями разделения синхроимпульсов. Параметры всех ее элементов не очень критичны. Так, например, сопротивление R_1 может быть выбрано в пределах 1—10 *ком* без особого ущерба, сопротивление R_2 может быть как 1 *Мом*, так и 3 *Мом*, а допустимые пределы изменения конденсатора C_1 составляют 0,005—0,1 *мкф*. В цепь экранирующей сетки лампы включают либо делитель напряжения, либо гасящее сопротивление R_3 от 1 до 5 *Мом*. Напряжение на экранирующей сетке не должно превышать 20—30 *в*. Важно, конечно, чтобы все эти элементы были исправны.

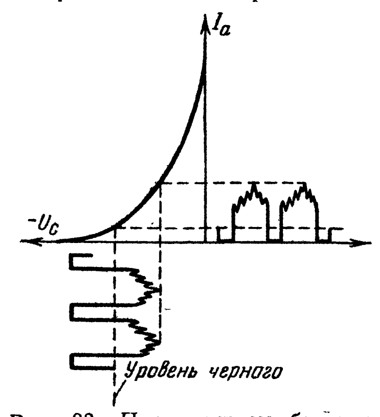


Рис. 33. При слишком большом напряжении смещения в цепи управляющей сетки лампы видеоусилителя невозможна хорошая синхронизация, так как синхроимпульсы частично или даже полностью срезаются.

Н. — Я не сомневаюсь, что при обрыве в конденсаторе C_3 исчезнет строчная синхронизация, точно так же как при обрыве в конденсаторе C_1 исчезнет кадровая, и что при обрыве в сопротивлениях

R_1, R_3, R_4 и R_5 или в конденсаторе C_1, а также при пробое конденсатора C_2 будет нарушена и строчная и кадровая синхронизация...

Л. — Будь осторожен с конденсатором C_3. Даже при полном нарушении контакта между одним из выводов и обкладкой его емкость будет порядка 1 *пф* и строчная синхронизация сохранится. Уменьшатся лишь пределы захвата строчного генератора развертки по частоте. В случае его пробоя на анод лампы будет подаваться очень небольшое напряжение через делитель R_5, R_4, R_7. Даже в этом случае, особенно если в качестве генератора развертки использован мультивибратор, строчная синхронизация может еще сохраниться, правда, с очень незначительной областью захвата. Кадровая же синхронизация, как правило, будет нарушена.

Точно так же синхронизация не будет полностью нарушена при появлении сильной утечки в конденсаторе C_2. При этом умень-

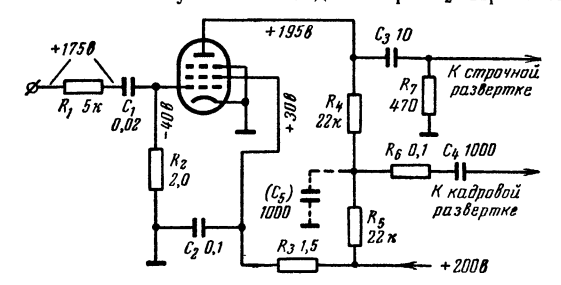


Рис. 34. Схема простого амплитудного селектора без разделительного каскада.

шится напряжение на экранирующей сетке лампы, как и в случае резкого увеличения сопротивления R_3. Наконец, серьезные нарушения синхронизации должны вызвать утечка в конденсаторе C_1 или обрыв в сопротивлении R_2. На твоем месте я бы прежде всего проверил именно эти две детали в телевизоре твоей тетки, а затем конденсатор C_2.

Н. — А как скажется потеря эмиссии в лампе?

Л. — Как это ни покажется для тебя неожиданным, но лампа, совершенно непригодная, например, в схеме кадровой развертки, обеспечивающая размер изображения не выше нескольких сантиметров, будет, как правило, безупречно работать в схеме амплитудного селектора. Чтобы амплитудный селектор не работал, лампа должна полностью выйти из строя.

Н. — Подведем итоги. Сначала нужно проверить, имеется ли анодное напряжение лампы видеоусилителя до и после сопротивления R_1, если оно не в обрыве. Если на управляющей сетке лампы напряжение смещения отрицательно, но не превосходит нескольких вольт или даже положительно, значит, в конденсаторе C_1 появилась утечка... Поиск остальных неисправностей не вызывает трудностей.

Л. — Добавим еще возможный пробой конденсатора C_5, часто включаемого для интегрирования кадровых синхроимпульсов. Его емкость выбирается в пределах от 500 *пф* до нескольких тысяч пикофарад. Конечно, пробой этого конденсатора повлечет за собой

полное нарушение синхронизации. Однако схема продолжает работать, если неисправность в конденсаторе заключается даже в очень сильной утечке. Ведь проводимость конденсатора вместе с сопротивлением R_5 образует обычный делитель анодного напряжения.

Амплитудный селектор обзаводится секретарем

Н. — Именно такой делитель использован в нашем телевизоре (рис. 35). В общем схема амплитудного селектора аналогична схеме на рис. 34, но в помощь ему придан триод, цепь управляющей сетки которого недостаточно понятна. Емкость разделительного

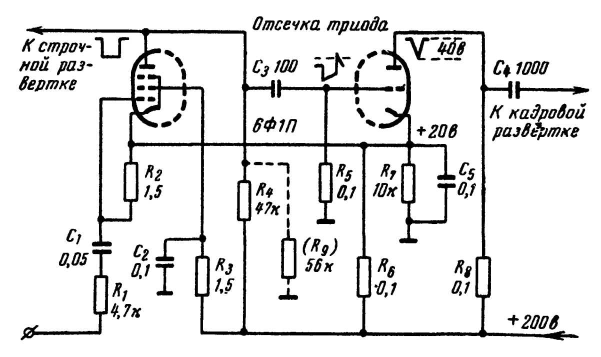


Рис. 35. Схема амплитудного селектора с разделительным каскадом для случая, когда кадровые синхроимпульсы выделяются методом дифференцирования. Смещение триода должно быть установлено с помощью делителя R_6, R_7 таким, чтобы усиливались только всплески на заднем фронте импульса.

конденсатора C_3 действительно 100, а не 100 000 *пф*? Ведь она должна пропускать без ослабления частоту кадрового импульса (50 *гц*)?

Л. — Вспомни пройденное, Незнайкин! Речь идет не о том, чтобы «пропустить» 50 *гц*, а чтобы продифференцировать кадровый импульс или, иными словами, выделить острый импульс, образующийся при дифференцировании в конце кадрового импульса. Обрати внимание, что на катод триода подано положительное напряжение порядка 20 *в* с помощью делителя R_6, R_7. В результате рабочая точка смещена по характеристике левее точки отсечки тока. Поэтому триод усилит только импульсы на заднем склоне кадрового импульса, так как они поднимаются выше точки отсечки. Обычно триод является одной из секций комбинированной лампы, например триод-пентода типа 6Ф1П, пентодная секция которой используется в качестве амплитудного селектора [1].

[1] Метод дифференцирования кадрового импульса не нашел широкого применения в СССР, так как метод интегрирования более помехоустойчив. *Прим. ред.*

Н. — Таким образом, в подобной схеме неустойчивая синхронизация должна явиться следствием прежде всего изменения напряжения смещения управляющей сетки, т. е. изменения значений сопротивлений R_6 или R_7. А цепь управляющей сетки?

Л. — Это, конечно, вопрос постоянной времени. Кстати, можно отметить, что вместо указанных на рис. 35 наиболее обычных значений 100 *пф* и 0,1 *Мом* можно встретить значения 200—250 *пф* и 47 *ком* и даже 500 *пф* и 27 *ком*, что в общем достаточно эквивалентно. Кадровая синхронизация нарушается при обрыве в конденсаторе C_3 или резком увеличении сопротивления R_5, как и при слишком большом напряжении смещения.

За и против интегрирования

Н. — В случае применения интегрирующей цепи для выделения кадрового синхроимпульса форма сигнала должна быть совсем иной?

Л. — Конечно. В этом случае прямоугольный синхроимпульс заряжает емкость через сопротивление. Что должно получиться?

Н. — Во время существования импульса конденсатор заряжается по экспоненциальному закону, а после его прекращения разряжается тоже по экспоненте. Интегрированный импульс напоминает по форме зубец пилы.

Л. — При этом вершина зубца соответствует заднему склону интегрируемого прямоугольного импульса. Так как импульс при интегрировании растягивается, запуск генератора кадровой развертки происходит не столь четко, как при дифференцировании, что может явиться при некоторых условиях причиной ухудшения чересстрочной развертки.

Н. — В чем это выражается?

Л. — При полном нарушении чересстрочности растр будет состоять не из 625, а из 312,5 строк с соответствующим ухудшением четкости (разрешающей способности) по вертикали. При частичной потере чересстрочности соседние строки попарно сближаются и строчная структура изображения становится особенно заметной.

Н. — В каких же случаях все же следует применять дифференцирование и в каких интегрирование кадрового синхросигнала?

Л. — Во французском стандарте на 819 строк в отличие от всех остальных телевизионных стандартов кадровый синхроимпульс состоит из одного короткого прямоугольного сигнала. В этом случае легче получить правильное чересстрочное разложение путем его дифференцирования. В новом французском стандарте на 625 строк и во всех других стандартах, европейских и американских, кадровый синхроимпульс состоит из серии прямоугольных импульсов длительностью в полстроки каждый. В этом случае, особенно при наличии серии выравнивающих импульсов, предшествующих кадровому синхроимпульсу, рекомендуется применять интегратор. Нужно лишь принять тщательные меры предосторожности, чтобы импульсы обратного хода строчной развертки телевизора не наводились на интегрирующую цепь. Такая наводка является основной причиной ухудшения качества чересстрочной развертки.

Н. — Не с этой ли целью в схеме на рис. 36 разделены выходы строчных и кадровых синхроимпульсов?

Л. — Безусловно. Экранирующая сетка лампы играет роль анода, в цепь которого включен интегратор. Благодаря такой схеме импульсы обратного хода строчной развертки не попадают в цепь интегрирования.

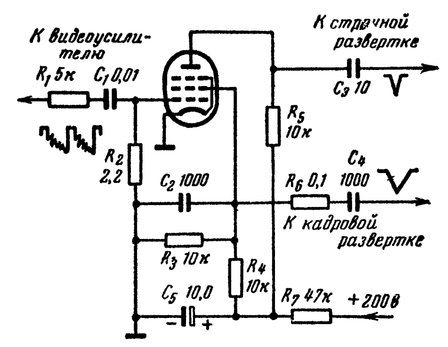


Рис. 36. Схема простого пентодного амплитудного селектора. Экранирующая сетка лампы играет роль анода в схеме выделения кадровых синхроимпульсов. Емкость конденсатора C_2 выбирается из соображений правильного интегрирования кадровых синхроимпульсов.

Н. — В схеме же на рис. 37 триод выполняет, по-видимому, лишь роль усилителя.

Л. — Да, в этой схеме усилитель работает без смещения, так как кадровые синхроимпульсы негативны (направлены в сторону отрицательных значений потенциала). В анодной цепи они, естественно, преобразуются в позитивные сигналы и поэтому подаются на сетку лампы блокинг-генератора.

Н. — Рассмотрим же, какие в этих схемах могут быть неисправности.

Л. — Схема на рис. 36 ничем не отличается в этом отношении от схемы на рис. 34. Что же касается схемы на рис. 37, то...

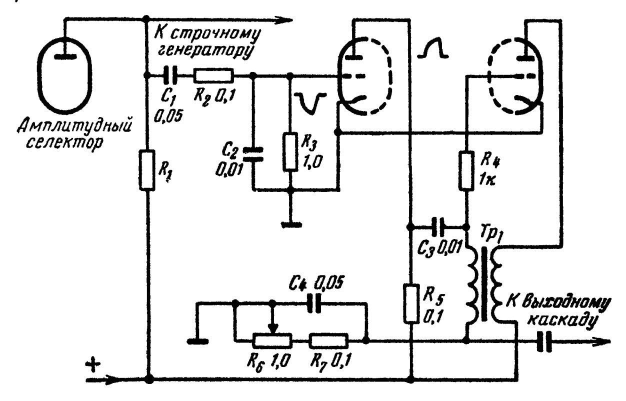


Рис. 37. Схема интегратора кадровых синхроимпульсов с разделительным каскадом.

Н. — Тут отсутствует напряжение смещения, а значения сопротивлений в анодных цепях явно некритичны. Я вижу неисправности, связанные лишь с обрывом сопротивлений и пробоем конденсатора C_1...

Л. — Или с его утечкой, так как иногда с целью обострения импульса конец сопротивления R_3 не заземляют, а соединяют с плюсом источника питания. При этом сопротивление нужно увеличить по крайней мере до 5 *Мом*.

Н. — А пробой конденсатора C_3...

Л. — Вызовет резкое увеличение частоты блокинг-генератора и изображение побежит по вертикали.

Н. — А обрыв в конденсаторе C_2...

Л. — Уменьшит пределы синхронизации.

Н. — В то время как обрыв в сопротивлении R_2 полностью нарушит синхронизацию.

Л. — Ну, ты сейчас хорошо подкован.

Н. — Во всяком случае я чувствую себя увереннее. Но все это не очень поможет мне полностью разобраться в неисправностях в строчной синхронизации, так как там встречаются более сложные схемы.

Возвращение к строкам

Л. — Рассмотрим этот вопрос по порядку. Существуют два основных метода строчной синхронизации. Прежде всего это безынерционная, импульсная синхронизация, при которой каждый строчный синхроимпульс непосредственно определяет начало каждой строки разложения. Синхроимпульс может быть использован как непосредственно с выхода амплитудного селектора, так и после усиления с помощью специального усилителя — разделителя синхроимпульсов.

Н. — А синхронизация... не непосредственная?

Л. — В этом случае управление частотой повторения строчной развертки осуществляется не импульсами, а управляющим напряжением постоянного тока, вырабатываемым в специальном фазовом дискриминаторе.

Н. — Я уже заранее трепещу. Хотя ты сейчас же начнешь меня уверять...

Л. — Что все это значительно проще, чем ты думаешь. Но рассмотрим сначала схемы импульсной синхронизации...

Н. — Действительно по виду более простые.

Л. — Вопрос в основном сводится к правильной амплитуде импульса, так как в строчной синхронизации отсутствует задача обеспечения чересстрочности развертки. В то же время при дальнем приеме большое значение имеют чистота сигнала, отсутствие шумов и помех.

Н. — А какова должна быть амплитуда импульсов?

Л. — Для возбуждения мультивибратора, если начать с него, требуется не больше 1—2 *в*, так как первая лампа мультивибратора выполняет одновременно роль усилителя. Сигнал должен быть негативным. Такие импульсы легко получить непосредственно с выхода амплитудного ограничителя. Практически единственной возможной, хотя и не частой, причиной неисправности является пробой или обрыв разделительного конденсатора (рис. 38). В другом варианте схемы связи с делителем напряжения (рис. 39) дефекты также достаточно редки благодаря малым токам в цепи. Во всяком случае при возникновении каких-либо неприятностей следует прежде всего проверить напряжения питания и исправность разделительных конденсаторов.

Н. — А в случае блокинг-генератора?

Л. — Можно осуществить связь между анодами ламп амплитудного селектора и блокинг-генератора через небольшую емкость

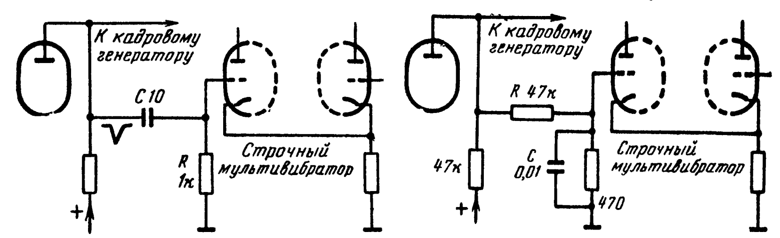


Рис. 38. Схема связи амплитудного селектора со строчным мультивибратором. Параметры дифференцирующей цепи RC выбраны так, что кадровые импульсы отсутствуют в цепи сетки лампы мультивибратора.

Рис. 39. Схема связи амплитудного селектора со строчным мультивибратором через делитель напряжения. Эта схема рекомендуется лишь при дальнем приеме (в условиях больших шумов).

порядка 20 *пф*. Однако для получения более устойчивой синхронизации рекомендуется применение специального усилителя, конечно, со всеми возможными неисправностями в нем (рис. 40). Синхроим-

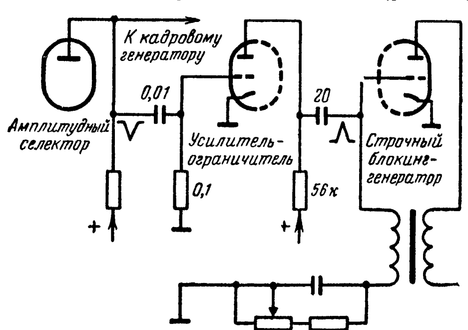


Рис. 40. Схема строчного разделительного каскада, являющегося усилителем-ограничителем.

пульсы нужно в этом случае подавать на сетку лампы блокинг-генератора, так как они являются после усиления позитивными сигналами.

О точности явки на свидания

Н. — Хорошо, ну а не... непосредственная синхронизация?

Л. — Основной задачей в строчной синхронизации, особенно при слабом приходящем сигнале, является получение высокой стабильности в условиях шумов и внешних помех. В кадровой синхро-

низации вопрос о шумах даже не возникает, так как благодаря низкой частоте их влияние легко полностью исключить. Но в строчной...

Н. — Я, кажется, понял. Шум состоит из хаотически распределенных импульсов, накладывающихся на синхроимпульсы и случайным образом смещающих начало развертки строк.

Л. — Поэтому в условиях шумов синхроимпульсы должны быть заменены чем-то другим, либо нужно найти способы нейтрализации влияния шумов. Существуют три основных метода. Первый заключается в том, что частота мультивибратора стабилизируется с помощью инерционного элемента. Второй метод основан на применении детектора совпадения, а третий — на использовании фазового дискриминатора.

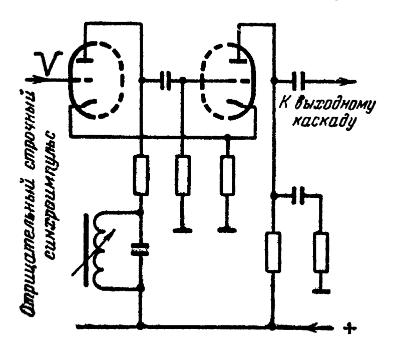


Рис. 41. Схема строчного мультивибратора, стабилизированного колебательным контуром. Такой мультивибратор может быть использован как в схеме на рис. 38 и 39, так и совместно с фазовым дискриминатором.

Н. — Я чувствую, что у меня волосы начинают шевелиться на голове от одного перечисления этих варварских терминов.

Л. — Начнем по порядку. Представь себе, что в анодную цепь одной из ламп мультивибратора включен колебательный контур, настроенный на частоту строчной развертки (рис. 41). Какое влияние окажет этот контур?

Н. — Очевидно, запуск мультивибратора будет происходить с частотой этого контура.

Л. — И в то же время мультивибратор будет поддерживать колебания в контуре.

Н. — Трогательный пример взаимопомощи. В результате следует полагать, что если синхроимпульсы и будут несколько смещаться во времени от импульса к импульсу, запуск мультивибратора будет происходить через правильные интервалы.

Л. — Безусловно. В схему вводится инерционный элемент, своего рода маховик, сглаживающий отдельные толчки. Но и этого может оказаться недостаточным, особенно при негативной модуляции. Поэтому дальнейшее усовершенствование заключается в том, чтобы вообще исключить помеху, оставив только синхроимпульсы.

Н. — Я пасую!

Л. — Полно, подумай! Частота генератора развертки определяется настроенным контуром. Допустим, что какой-нибудь синхроимпульс не явится на свидание или вместо него пройдет импульс помехи не в точно назначенное время. Нет ли чего-то, что тем не менее точно придет на свидание?

Н. — Импульс обратного хода развертки?

Л. — Конечно! Рассмотрим в качестве примера пентод (рис. 42). Пусть на его экранирующую сетку вместо постоянного напряжения поданы положительные импульсы обратного хода строчной развертки. Такие импульсы легко получить от специальной обмотки

на строчном трансформаторе. Ты легко сообразишь, что анодный ток будет появляться только в моменты подачи этих импульсов.

Н. — Это несомненно.

Л. — Хорошо. С другой стороны, ты подаешь на управляющую сетку положительные синхроимпульсы.

Н. — Погоди, погоди... Импульс будет усилен лишь в том случае, если он совпадет во времени с импульсом питания, т. е. с импульсом обратного хода развертки. Это замечательно!

Л. — Ну, не так, как ты думаешь. Это всего навсего детектор совпадения.

Н. — Опять ушат холодной воды. Чем же он тебя не устраивает?

Л. — Тем, что импульсы получаются неодинаковыми по амплитуде в зависимости от взаимного расположения синхроимпульса и импульса обратного хода.

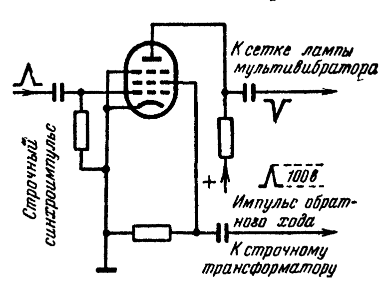


Рис. 42. Пентодный фазовый дискриминатор (детектор совпадения). Синхроимпульс, поданный на управляющую сетку, будет усилен лишь в случае его совпадения с импульсом обратного хода строчной развертки на экранирующей сетке, снимаемым со специальной обмотки строчного трансформатора.

Н. — О, я понял. При точном совпадении импульсов амплитуда выходного импульса максимальна, а при относительном смещении падает тем больше, чем смещение больше.

Л. — Именно это я имел в виду.

Рис. 43. Пульсирующее напряжение, снимаемое с фазового дискриминатора (рис. 42), может быть использовано после интегрирования (фильтрации) для управления частотой строчного мультивибратора.

Порок, обращающийся в добродетель

Н. — Но скажи, в результате среднее значение анодного тока меняется?

Л. — Конечно.

Н. — Если же зашунтировать анодную цепь большой емкостью (рис. 43), мы получим постоянное напряжение, изменяющееся в соответствии с относительным смещением синхроимпульсов?

Л. — Безусловно. продолжай, это очень интересно.

Н. — А... нельзя ли управлять частотой мультивибратора с помощью этого напряжения?

Л. — Незнайкин, сегодня ты ел сардины! Ты только что изобрел, правда, уже изобретенную, замечательную вещь!

Н. — Решительно, я родился с большим опозданием.

Л. — Утешься, так как ты хорошо понял то, что тебя беспокоило. Именно так осуществляется инерционная строчная синхронизация в большом числе типов современных телевизоров.

Н. — Но куда подается управляющее напряжение?

Л. — На одну из сеток лампы мультивибратора. Это зависит от конкретной схемы.

Н. — А разве таких схем много?

Л. — К сожалению, очень много, поэтому мы ограничимся основными устройствами. В этих схемах были использованы все возможные типы ламп от двойного диода до самых сложных многосеточных ламп. Сигналы подавались на все мыслимые электроды, впрочем, примерно с одинаковым результатом.

Н. — Одно удовольствие искать неисправность...

Л. — Поэтому мы ограничимся рассмотрением наиболее употребительного до настоящего времени устройства — фазового дискриминатора.

Н. — Одно упоминание названия этого устройства всегда вызывало у меня приступ головной боли. Тем не менее я смирился и весь внимание.

Незнайкин потрясен

Л. — Вот упрощенная принципиальная схема (рис. 44).

Н. — Она напоминает схему детектора частотно-модулированных колебаний. Но я все же ничего не понимаю.

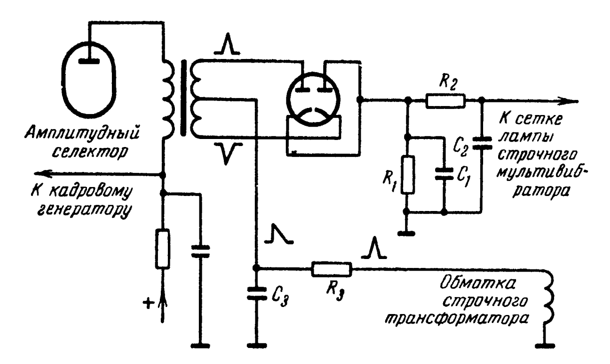


Рис. 44. Схема симметричного диодного фазового дискриминатора. Эта схема находит применение несмотря на то, что симметрирующий трансформатор чувствителен к магнитным наводкам, создаваемым другими трансформаторами (питающим, кадровым и пр.) и дросселем фильтра. При наличии наводки (частоты 50 *гц*) вертикальные линии на изображении искривляются.

Л. — Это ведь очень просто! Прежде всего можно установить, что синхроимпульсы пройдут через оба диода, так как благодаря трансформатору со средней точкой диоды включены относительно импульсов в одинаковой полярности (импульс положительной полярности попадает на анод одного диода, а отрицательный — на катод другого диода).

Н. — Это-то я вижу.

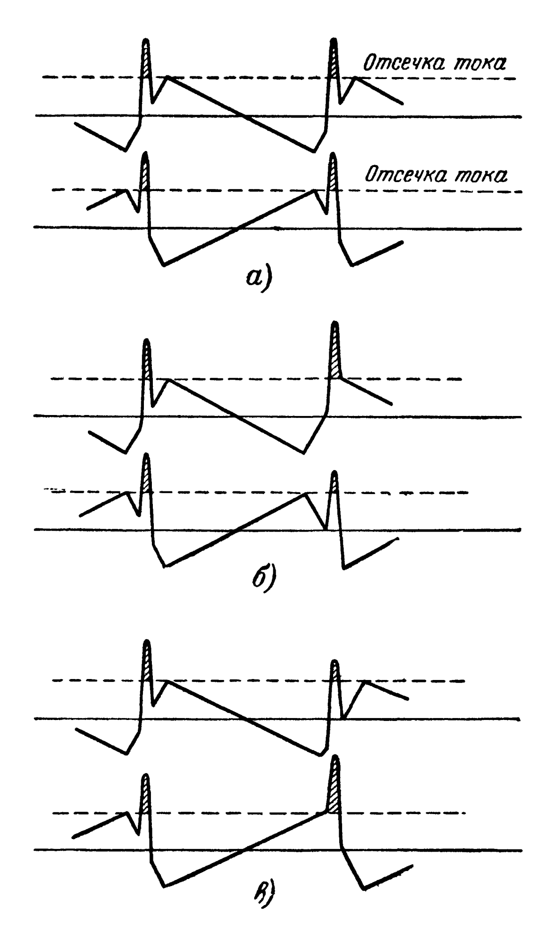


Рис. 45. Диаграмма, иллюстрирующая работу фазового дискриминатора.

а — частота строчного генератора развертки равна частоте синхроимпульсов, выпрямленные токи обоих диодов равны и напряжение на сопротивлении R_1 (рис. 44) равно нулю; *б* — частота строчного генератора слегка увеличилась, ток через один из диодов возрос, и на сопротивлении R_1 появилось напряжение, снижающее частоту мультивибратора так, что она опять оказывается равной частоте синхроимпульсов (и, следовательно, напряжение на сопротивлении R_1 равным нулю); *в* — частота строчного генератора слегка уменьшилась, возрос ток через другой диод, и на сопротивлении R_1 появилось напряжение противоположного знака, которое соответственно повышает частоту строчного генератора так, чтобы напряжение на сопротивлении R_1 опять оказалось равным нулю.

Л. — В то же время ты не можешь не видеть, что импульс обратного хода развертки, снимаемый с обмотки строчного трансформатора, превращается в пилообразное напряжение благодаря интегрирующей цепочке R_3, C_3. Так как пилообразное напряжение подается на среднюю точку трансформатора, оно подводится к диодам в противоположной полярности.

Н. — Это тоже понятно.

Л. — Теперь представь себе, что частота строчной развертки точно соответствует частоте синхроимпульса, причем положение синхроимпульса точно совпадает во времени с серединой обратного хода пилы (кривая *а* на рис. 45). Токи, выпрямленные обоими диодами, будут одинаковы, и, как легко убедиться, противоположны по направлению в сопротивлении R_1. Напряжение на этом сопротивлении будет равно нулю. Если частота строчного генератора по какой-либо причине немного увеличится, ее период слегка уменьшится (рис. 45, *б*). Положение синхроимпульсов сместится так, что ток через один из диодов (левый на рис. 44) увеличится, а через другой уменьшится, и на сопротивлении R_1 появится положительное напряжение. Точно так же при уменьшении частоты строчного генератора (рис. 45, *в*) на сопротивлении R_1 появится отрицательное напряжение.

Н. — Понял! Это замечательно! И с помощью этого напряжения можно так управлять частотой мультивибратора, чтобы при тенденции к увеличению его частоты напряжение уменьшало, а при тенденции к уменьшению, наоборот, увеличивало частоту мультивибратора...

Л. — В результате чего частота мультивибратора всегда будет точно равна частоте синхроимпульсов. При этом синхроимпульс совпадает с обратным ходом, что и требуется для правильного воспроизведения изображения. Развертка, как говорят, правильно сфазирована. Напряжение на сопротивлении R_1, называемое управляющим напряжением, сглаживается с помощью фильтра R_2C_2.

Н. — Эта схема мне очень нравится. Поэтому я не сомневаюсь, что ты со свойственным тебе издевательством объявишь, что она никогда и нигде не применяется.

Л. — Отнюдь нет. Наоборот, эта схема нашла самое широкое применение... Но что с тобой? Незнайкин! Очнись!

Когда необходимо подвести некоторые итоги

Н. — Где я?

Л. — Со мной, дружище. Ты меня так напугал, что с тобой произошло?

Н. — Это от неожиданности. Значит, Любознайкин, эту схему действительно применяют?

Л. — Безусловно. Вот, например, один из возможных вариантов ее выполнения (рис. 46). В этой схеме роль симметрирующего устройства играет анодно-катодный повторитель.

Н. — А электронные диоды заменены на полупроводниковые, что достаточно эквивалентно.

Л. — Нужно следить, чтобы симметричные элементы фазового дискриминатора — диоды и сопротивления по 100 *ком* — не слишком отличались один от другого. Поэтому следует убедиться с по-

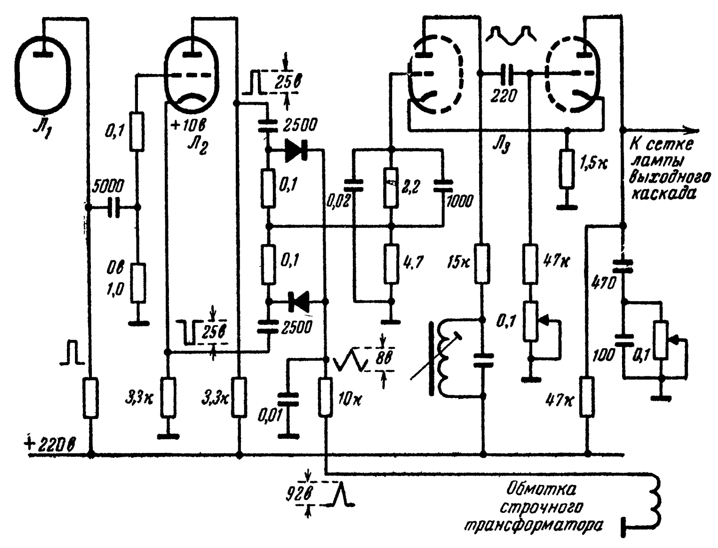


Рис. 46. Схема фазового дискриминатора, в котором симметрирующий трансформатор заменен инвертором полярности (анодно-катодным повторителем) $Л_2$.

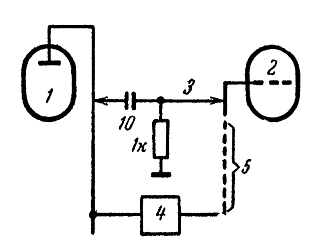


Рис. 47. Схема инерционной строчной синхронизации, в которой используется импульсная синхронизация для захвата строчной частоты.

1 — амплитудный селектор; *2* — строчный мульвибратор; *3* — цепь импульсной синхронизации; *4* — фазовый дискриминатор; *5* — цепь, разрываемая на мгновение для захвата частоты мультивибратора методом импульсной синхронизации.

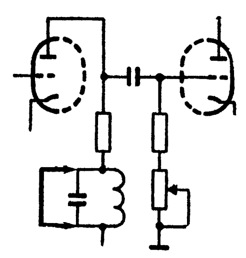


Рис. 48. Для настройки частоты мультивибратора, стабилизированного колебательным контуром, необходимо на время настройки замкнуть стабилизирующий контур.

мощью амплитудного вольтметра или осциллографа, что напряжения на сопротивлениях имеют одинаковые значения.

Н. — Точно так же, как в обыкновенном двухтактном усилителе низкой частоты?

Л. — Ну конечно. Для этого полезно иметь измерительный генератор.

Н. — А существует ли более простой способ проверки исправности фазового дискриминатора?

Л. — Можно на время заменить его схемой импульсной синхронизации (рис. 47). Точно так же в случае необходимости подстроить мультивибратор полезно на время замкнуть накоротко стабилизирующий колебательный контур (рис. 48).

Н. — Который должен быть настроен на частоту 15 625 *гц*.

Л. — В чем нужно убедиться в процессе приема испытательной таблицы или любого другого изображения. Если частота контура больше или меньше номинального значения, то верхняя часть изображения искривляется влево или вправо.

Н. — С возможными неисправностями в остальной части схемы мультивибратора я уже знаком. Ну, а анодно-катодный повторитель, очевидно, исправен, если положительное падение напряжения на катодном сопротивлении...

Л. — Составляет приблизительно 10—15 *в*.

Н. — Ну и, наконец, следует проверить сопротивление утечки разделительных конденсаторов. Напряжение на диодах не должно превосходить нескольких вольт. В противном случае можно заключить, что разделительные конденсаторы пробиты.

Осциллографические таланты телевизора

Л. — Идеальным инструментом для исследования формы синхронизирующих сигналов и всех возможных искажений является осциллограф. Конечно, далеко не всегда имеется возможность его использования. Однако, о форме кадрового синхросигнала можно судить, если использовать в качестве осциллографа сам телевизор.

Н. — Но каким образом?

Л. — Для этого достаточно нарушить кадровую синхронизацию так, чтобы изображение начало перемещаться сверху вниз. При этом будет отчетливо виден затемняющий импульс в виде черной полосы между двумя кадрами. Если увеличить яркость (или уменьшить контраст) так, чтобы эта полоса стала серой, то на ее фоне должна отчетливо проступить значительно более темная узкая полоска с разрывом посередине строки и утолщением справа от разрыва. Эта более темная полоска и является синхросигналом.

Н. — Я понял. Если яркость широкой полосы мало отличается от яркости узкой, то это означает, что амплитуда синхросигнала мала, и неисправность нужно искать в видеоусилителе, ограничивающем эту амплитуду, так сказать «срезающем» синхросигнал.

Л. — Ты смело можешь приступить к ремонту телевизора твоей тетушки.

БЕСЕДА СЕДЬМАЯ

В этой беседе наши друзья рассмотрят элемент, используемый для модуляции яркости кинескопа. Принципиально таким элементом мог бы быть видеодетектор. Однако напряжение на его выходе слишком мало для модуляции кинескопа, поэтому между видеодетектором и кинескопом включают усилитель, состоящий из одного или двух каскадов. Такой усилитель называется видеоусилителем. В современных телевизорах напряжение возбуждения подается, как правило, на катод, а не на управляющий электрод кинескопа. Усилители, которые будут рассмотрены в этой беседе, рассчитаны на подачу видеосигнала на катод кинескопа. Этот же метод модуляции кинескопа подразумевался при изучении амплитудного селектора в предыдущей беседе, так как на выходе видеоусилителя получается при этом негативный сигнал (синхроимпульсы направлены в сторону положительных значений потенциала). Итак, наши друзья затронут такие темы: возможные неисправности в видеоусилителе; непосредственная связь с катодом кинескопа; связь через разделительный конденсатор; корректирующие индуктивности; неисправности в цепи детектора; двухкаскадный видеоусилитель; диодное восстановление постоянной составляющей; схемы без восстановления постоянной составляющей; регулировка яркости.

ВИДЕОУСИЛИТЕЛЬ

Исторические сражения

Незнайкин. — Ну, дружище, вчера я видел передачу столь же мрачную, сколь и замечательную. Ты ни за что не догадаешься.

Любознайкин. — Ну, не томи меня!

Н. — Это была битва в глухую полночь в подземелье. И только я это угадал.

Л. — Иначе говоря, ты опять пришел за помощью. Что же произошло?

Н. — Любознайкин, я шучу, но я в ужасе. Я думаю, что теперь это уже кинескоп. Моя мать совершенно расстроена.

Л. — У тебя просто навязчивая идея. От страха ты потерял голову.

Н. — Но пойми, экран остается безнадежно темным даже при установке ручки на максимальную яркость. Вместе с тем нить накала греется и ускоряющее напряжение превышает 16 *кв*.

Л. — Для кинескопа 43ЛК2Б с углом отклонения 70° это слишком много, вполне достаточно 14 *кв*. Давай сюда свою схему. Скажи, в твоем телевизоре был достаточный запас по регулировке яркости?

Н. — Нет, даже тогда, когда он был совсем новым, ручку регулировки яркости надо было поворачивать почти до конца.

Л. — Это значит, что конструктор применил во избежание порчи кинескопа добавочное сопротивление R_5 (рис. 49). Ты должен проверить все напряжения в цепях видеоусилителя, что не отнимет много времени.

Н. — А что это даст?

Л. — Ну, сообрази. Если через лампу 6П15П протекает ток порядка 25 *ма,* то на анодном сопротивлении R_4 должно оказаться падение напряжения 45 *в,* а на катодном сопротивлении R_2 напряжение 7 *в.* Следовательно, на аноде лампы 6П15П, так же как на катоде кинескопа, связанном с ним через низкоомный дроссель L_3, должно быть напряжение 165 *в.* Если лампа 6П15П не работает, то каково напряжение на катоде трубки?

Н. — Так как ток через кинескоп крайне незначителен, на катоде должно быть полное напряжение источника питания, т. е. 210 *в.*

Л. — Путем несложного расчета ты можешь убедиться, что напряжение в точке *А,* соответствующей установке ручки регули-

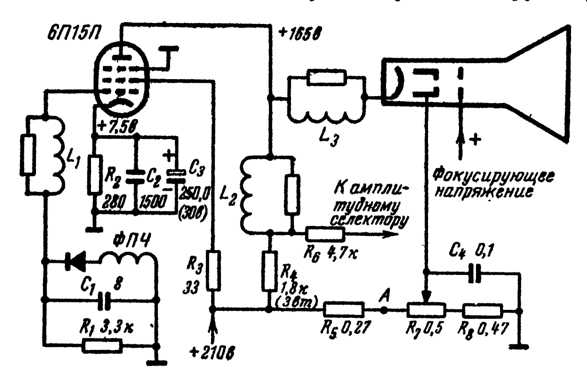


Рис. 49. Типичная схема однолампового видеоусилителя. Значения напряжений указаны ориентировочно.

ФПЧ — фильтр промежуточной частоты (вторичная обмотка).

ровки яркости на максимальную яркость, равно 165 *в,* т. е. нормальному напряжению на катоде кинескопа. Это сделано, как ты уже знаешь, для того, чтобы напряжение на управляющем электроде не могло оказаться выше напряжения на катоде, так как в противном случае можно испортить кинескоп. А что произойдет при отсутствии тока через лампу 6П15П?

Н. — На управляющем электроде будет отрицательный относительно катода потенциал 45 *в.* Величина изрядная, конечно.

Л. — При таком напряжении кинескоп просто заперт и экран его не светится.

Н. — Как это я не сообразил... Неисправность видеоусилителя может создать видимость выхода кинескопа из строя. Но в случае непрямой связи с кинескопом, а через разделительный конденсатор, дело, вероятно, обстоит не так?

Л. — Конечно. Экран кинескопа светился бы нормально, регулировка яркости действовала бы исправно, но изображение отсутствовало бы.

Н. — При этом можно быть уверенным, что именно лампа 6П15П неисправна?

Л. — Совсем нет! Это может быть обрыв во включаемом для гашения паразитных колебаний сопротивлении R_3, при котором напряжение на экранирующей сетке лампы равно нулю, или обрыв в катодном сопротивлении R_2...

Н. — А пробой конденсатора C_3?

Л. — Скорей, он может высохнуть и потерять емкость. Но ты должен был бы заметить постепенное падение контраста и появление «пластики» на изображении.

Н. — Да, да. Изображение, напоминающее гравюру на дереве.

Л. — Наконец, в случае пробоя конденсатора C_4 управляющий электрод окажется заземленным и, следовательно, под отрицательным напряжением 165 *в* относительно катода кинескопа. Могу напомнить тебе, мы уже об этом говорили, о возможном пробое конденсатора, через который подводятся к управляющему электроду кадровые импульсы гашения обратного хода луча.

Н. — Спасибо, бегу к своему телевизору и надеюсь скоро вернуться...

Малые причины, большие следствия

Н. — Любознайкин, ты никогда не поверишь..

Л. — В телевизоре нет ничего невероятного!

Н. — Я уверен, что между управляющей и экранирующей сетками лампы 6П15П было короткое замыкание. На экранирующей сетке отсутствовало напряжение и сопротивление R_3 сгорело.

Л. — Что же ты сделал?

Н. — Так как у меня не было сопротивления в 33 *ом,* я на мгновение замкнул его накоротко. При этом в лампе возникла вспышка, после чего внезапно появилось изображение.

Л. — И дальше?

Н. — Я боялся оставить схему без сопротивления в качестве предохранителя, поэтому я заменил сгоревшее сопротивление 33 *ом* на имевшееся у меня сопротивление 100 *ом*. Качество изображения ничуть не ухудшилось. Как ты думаешь, лампа не испортилась от этой вспышки?

Л. — Полагаю, что нет. Очевидно между сетками попала частица оксидного покрытия катода или геттера, испарившаяся в результате искры. Впрочем, будущее покажет.

Некорректная коррекция

Н. — Что произойдет в случае обрыва какой-либо из индуктивностей L_1, L_2, L_3?

Л. — Они намотаны на сопротивления обычно в несколько тысяч или десятков тысяч ом. Эффект и будет эквивалентен замене индуктивности на такое сопротивление.

Н. — Значит, если оборвана индуктивность L_2, то анодное напряжение лампы 6П15П упадет почти до нуля и напряжение на управляющем электроде кинескопа окажется положительным относительно катода?

Л. — Это еще одна причина пропадания изображения. Видеосигнал на аноде лампы будет почти отсутствовать, а кинескоп будет очень тускло светиться. Когда напряжение на управляющем электроде выше, чем на катоде, почти все электроны попадают на

управляющий электрод. Фокусировка совершенно не работает. Часто кинескоп вообще не светится.

Н. — Если обрыв произойдет в индуктивности L_3, то, очевидно, должны исчезнуть высокие частоты в видеосигнале. Но качество синхронизации не снизится, так как синхросигнал снимается с сопротивления R_4.

Л. — Это верно.

Н. — Мне кажется, что такие же последствия вызовет и обрыв в индуктивности L_1.

Л. — Это правильно в части ухудшения передачи высоких частот. Но, кроме того, строчная синхронизация будет менее стабильной, так как резко упадут крутизна фронта и амплитуда строчных синхроимпульсов. Иногда включают корректирующую катушку (тоже намотанную на сопротивление) последовательно с сопротивлением R_1. В случае ее обрыва нагрузка детектора увеличится до нескольких десятков тысяч ом и изображение будет совершенно размытым, почти лишенным деталей. Строчная синхронизация будет резко ухудшена.

Н. — Очевидно, проверить исправность корректирующих индуктивностей можно с помощью обыкновенного омметра. Сопротивление исправной катушки явно не должно превосходить нескольких ом.

Л. — Конечно.

Детектор

Н. — А по каким признакам можно судить о наличии пробоя в полупроводниковом детекторе?

Л. — В этом случае при достаточно интенсивном сигнале детектирует сам видеоусилитель. Но видеосигнал при этом сильно искажен, так как высокие частоты попадают на сетку лампы в основном через паразитные емкости (рис. 50), а для получения достаточно интенсивного сигнала приходится так форсировать усилитель промежуточной частоты, что возникают большие нелинейные искажения.

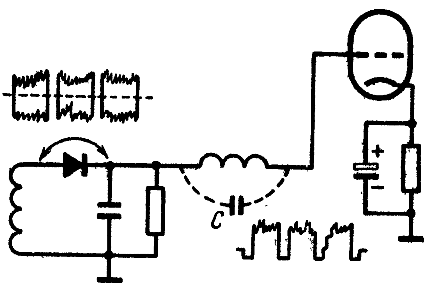


Рис. 50. При коротком замыканни в видеодетекторе высокочастотный сигнал может пройти через паразитную емкость доселя C и продетектироваться в сеточной цепи видеоусилителя. Внизу показана форма сигнала, соответствующая нормальной работе однокаскадного видеоусилителя.

Н. — Ну, и?

Л. — Кроме того, как легко убедиться, изменяется полярность сигнала, вследствие чего черные места становятся белыми и наоборот.

Н. — Иными словами, получается негатив.

Л. — Да, негатив гравюры.

Двухкаскадный видеоусилитель

Н. — А что происходит, когда видеоусилитель содержит два каскада усиления?

Л. — Ну, в основном возможные неприятности удваиваются. Попробуй разобраться в особенностях этой схемы (рис. 51), мобилизовав свой опыт в области радиоприемников.

Н. — Этот усилитель отличается от однокаскадного прежде всего измененной полярностью детектирования. Кроме того, для восстановления постоянной составляющей видеосигнала, теряемой в конденсаторе C_2, применен детектор $Д_2$. Это, собственно, и все, так как связь с катодом кинескопа и коррекция высоких частот с помощью индуктивности совершенно аналогичны.

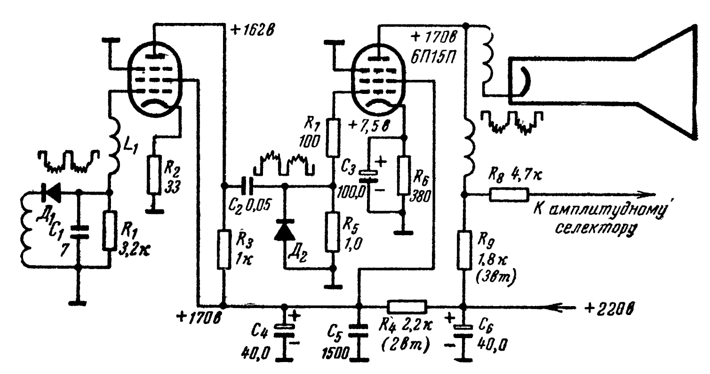


Рис. 51. Схема двухкаскадного видеоусилителя.

Л. — В том варианте схемы, который изображен на рис. 51, может добавиться неисправность, обусловленная отсутствием напряжения на экранирующей сетке лампы 6П15П из-за пробоя в конденсаторах C_4 или C_5 либо вследствие обрыва в сопротивлении R_4, а также короткого замыкания между электродами лампы первого каскада видеоусилителя. В случае же высыхания или обрыва в конденсаторе C_6 возникают низкочастотные колебания из-за сильной связи между каскадами и вместо изображения появляются узоры, форма которых слегка меняется в зависимости от положения ручек регулировки яркости и контраста.

Н. — А в случае высыхания конденсатора C_4?

Л. — Попробуй сообразить, ведь это типичный случай, когда отсутствует конденсатор развязки (фильтра).

Н. — Очевидно, значительно увеличится сопротивление нагрузки лампы предварительного каскада видеоусилителя, так как к сопротивлению R_3 добавится сопротивление R_4, зашунтированное к тому же небольшой емкостью C_5. Низкие частоты будут усилены несравненно лучше, чем высокие. Мелкие детали изображения исчезнут, а само изображение будет неотчетливым и очень контрастным.

Л. — Твое рассуждение безупречно.

Дело о восстановлении

Н. — А что произойдет в случае выхода из строя диода восстановления постоянной составляющей $Д_2$?

Л. — Устойчивость синхронизации будет тем хуже, чем больше контраст изображения, и будет удовлетворительной лишь при очень бледном изображении. Причиной этого является увеличение напряжения смещения на управляющей сетке лампы 6П15П. Ведь в схеме без восстановления постоянной составляющей сопротивление в катоде выходной лампы было бы не больше 100 *ом*, так как диод создает на сопротивлении R_5 напряжение смещения, противоположное по знаку напряжению на сопротивлении R_6. На рис. 52 показано, что произойдет при выходе из строя диода $Д_2$.

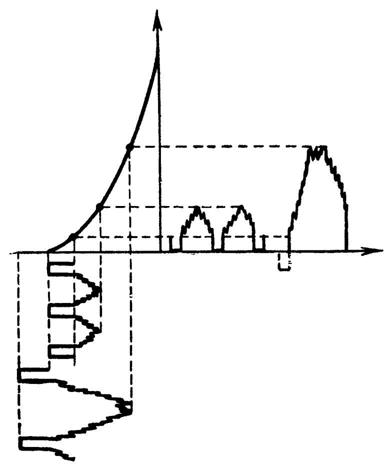


Рис. 52. Диаграмма, иллюстрирующая искажения видеосигнала при слишком большом напряжении смещения на сетке лампы видеоусилителя. При сильном сигнале синхросигналы срезаются и синхронизация нарушается.

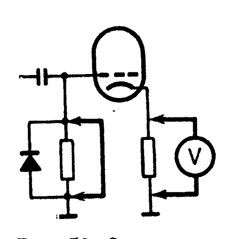


Рис. 53. Схема проверки качества разделительного конденсатора *С*. Если конденсатор исправен, то показание вольтметра в отсутствии сигнала не должно измениться при заземлении сетки лампы. При наличии в конденсаторе утечки показание вольтметра должно уменьшаться.

Н. — Ну, а в случае короткого замыкания в диоде $Д_2$ изображение полностью пропадет, так что эту неисправность будет сразу трудно отличить от неисправности видеодетектора $Д_1$, обрыва в сопротивлениях R_2 и R_3 или конденсаторе C_2, так же как и от неисправности усилительной лампы первого каскада. А что даст утечка в конденсаторе C_2?

Л. — В этой схеме это менее неприятно, чем в схеме без восстановления постоянной составляющей. В отсутствии сигнала можно будет заметить, что напряжение на катодном сопротивлении R_6 несколько возрастет, а на аноде лампы 6П15П немного упадет, вследствие чего потребуется повернуть регулятор яркости в сторону

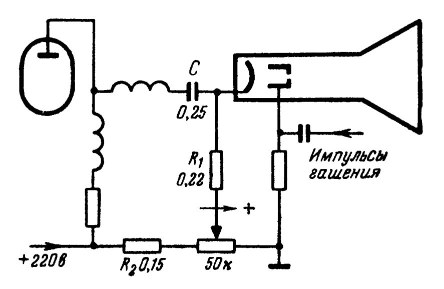
больших значений для получения нормальной яркости свечения экрана.

Н. — Это понятно, так как увеличится смещение на управляющем электроде кинескопа. Не возникнут ли при этом искажения изображения?

Л. — Незначительные, так как увеличение катодного смещения скомпенсирует положительное напряжение на сетке лампы, обусловленное утечкой в конденсаторе.

Н. — О, я понял. В случае утечки в конденсаторе C_2 появится небольшое положительное напряжение на сетке лампы 6П15П, так как полярность диода $Д_2$ такова, что ток через него будет отсутствовать. Однако при этом анодный ток лампы увеличится и возросшее напряжение на сопротивлении R_6 восстановит нормальное напряжение смещения.

Л. — Эту неисправность легко установить путем включения параллельно катодному сопротивлению вольтметра и замыкания управляющей сетки лампы на шасси (рис. 53). Показания вольтметра изменятся при замыкании тем больше, чем больше утечка в конденсаторе. Этот метод определения наличия утечки в разделительном конденсаторе можно рекомендовать во всех случаях использования схемы катодного смещения.



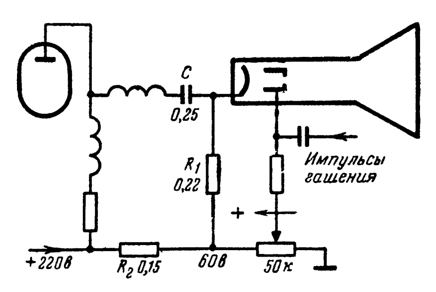


Рис. 54. Схемы двух эквивалентных способов регулировки яркости при емкостной связи анода видеоусилителя и катода кинескопа. Стрелки показывают направление перемещения движка потенциометра, соответствующее увеличению яркости.

Схема восстановления теряет популярность

Н. — Всегда ли используется схема восстановления постоянной составляющей?

Л. — Она необходима для вполне точного воспроизведения средней освещенности передаваемого изображения. Без восстановления постоянной составляющей невозможно, например, правильно передать ночной сюжет. Однако при наличии схемы восстановления постоянной составляющей необходимо очень точно поддерживать в передаваемом сигнале значение среднего уровня освещенности, что не всегда соблюдается и приводит к необходимости довольно частой регулировки яркости. Поэтому часто предпочитают телевизоры без восстановления постоянной составляющей.

Н. — Чтобы не передавать постоянную составляющую, нужно, очевидно, добавить конденсатор и сопротивление между анодом выходной лампы и катодом кинескопа (рис. 54). Я постараюсь разобрать, что произойдет при появлении утечки в этом конденсаторе C. Утечка вызовет увеличение смещения на управляющем электроде кинескопа и соответствующее уменьшение яркости, которое необходимо будет скомпенсировать поворотом ручки регулировки яркости. В случае пробоя конденсатора C сопротивления R_1 и R_2 соединятся параллельно (по постоянному току), отрицательное смещение на управляющем электроде резко возрастет и кинескоп совсем погаснет.

Кинескоп снова в роли осциллографа

Л. — Могу рекомендовать тебе один очень удобный и быстрый способ нахождения неисправной детали в видеоусилителе, особенно двухкаскадном, содержащем относительно много различных элементов.

Н. — По-видимому ты опять хочешь использовать кинескоп в качестве осциллографа?

Л. — Ты угадал. Правда, этот способ пригоден не во всех случаях. Необходимо, чтобы несмотря на неисправность в видеоусилителе экран продолжал светиться.

Н. — И нужно, очевидно, иметь уверенность в том, что виноват не кто иной, как видеоусилитель.

Л. — Если и не полную уверенность, то, во всяком случае, серьезные основания. Мы, однако, достаточно подробно уже говорили о признаках, по которым можно заподозрить именно видеоусилитель.

Н. — Но что нужно сделать, чтобы превратить телевизор в осциллограф?

Л. — Для этого достаточно иметь конденсатор емкостью от 0,025 до 0,1 *мкф* и два изолированных проводника, припаянных к его выводам.

Н. — Погоди, кажется я сам сообразил. Один из этих проводов я присоединяю к источнику напряжения накала 6,3 *в* (конечно, не к заземленному концу), а другим концом я последовательно касаюсь катода кинескопа, разделительного конденсатора, анода лампы, ее сетки и т. д. Если цепи исправны, то на экране кинескопа должны появиться широкие горизонтальные полосы. Как только полосы исчезнут, неисправная деталь найдена!

Л. — Правильно. Не забывай только регулировать при этом яркость экрана так, чтобы полосы были отчетливо видны.

Н. — Я думаю, что здесь уже все, что только можно знать

Л. — Ты хвастун. Но основные особенности видеоусилителей и возможные неисправности в них мы с тобой рассмотрели.

БЕСЕДА ВОСЬМАЯ

На видеодетектор нужно подать достаточно большое напряжение высокой частоты, промодулированное видеочастотой. Поэтому видеодетектору непосредственно предшествует усилитель. Все приемники в современных телевизорах выполнены по схеме супергетеродина. Поэтому наши друзья рассмотрят устройство усилителей промежуточной частоты, или сокращенно УПЧ. В связи с этим будут обсуждаться следующие вопросы: настройка каскадов УПЧ канала изображения; трансформаторы со связью больше критической; взаимно расстроенные контуры; снятие характеристики по точкам; генератор качающейся частоты; частотные метки; затухание; самовозбуждение; заземление; цепи развязки; паразитные связи; фильтр в цепи детектора; плохие контакты; неисправные лампы; связь с приемником звукового сопровождения; регулировка контраста; автоматическая регулировка усиления (АРУ).

УСИЛИТЕЛЬ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ КАНАЛА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Незнайкин воодушевляется

Незнайкин. — Я полон сил, Любознайкин. Благодаря твоим советам мне удалось устранить все неисправности. Я жажду научиться ремонтировать все остальные элементы телевизора, так как мы почти закончили их изучение...

Любознайкин. — Тише, дружище, тише! Мы должны еще рассмотреть оба усилителя промежуточной частоты и входной высокочастотный блок, не считая антенны, которая также может поднести пару пренеприятных сюрпризов.

Н. — Да, кстати, как твой вывих?

Л. — Спасибо, хорошо. А нельзя ли без иронии?

Н. — Если ты избавишь меня от своего ехидства! Но приступим к делу. Я надеюсь, что ты не заставишь меня изучать, как маленького, усилитель низкой частоты канала звука?

Л. — Тому, кто не знает таких вещей, нечего и думать о ремонте телевизоров. Перейдем к усилителю промежуточной частоты канала изображения.

Н. — Из схемы на рис. 55 следует, что в небольших экранирующих кожухах, которые я не рискнул вскрыть, находятся резонансные трансформаторы промежуточной частоты с индуктивной связью. Они применяются во всех телевизорах?

Л. — Это один из популярных видов связи между каскадами, но часто встречаются также усилители с взаимно расстроенными контурами.

Н. — Мне кажется, что трансформаторы легче настроить, так как все контуры настроены на одну и ту же частоту.

Л. — Это верно, к тому же с трансформаторами можно получить более высокий коэффициент усиления.

Н. — Следовательно, достаточно включить гетеродин и, как в радиоприемнике, настроить все контуры на наибольший возможный коэффициент усиления?

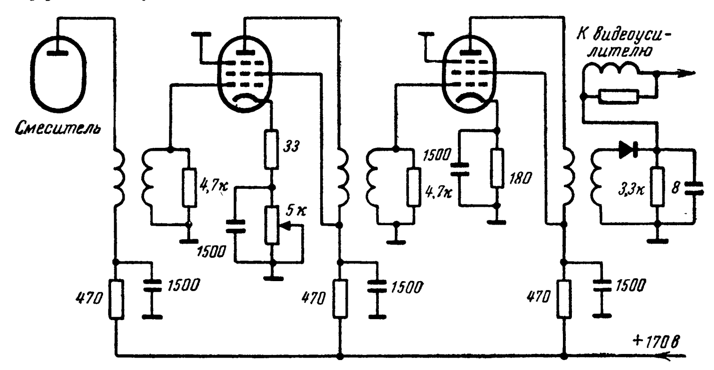


Рис. 55. Схемы типичного двухкаскадного усилителя промежуточной частоты с трансформаторной связью.

Л. — Не торопись, дружище. При таком методе настройки ты сразу убедишься, что частотная характеристика асимметрична, так как два сильно связанных контура невозможно точно настроить на одну и ту же частоту.

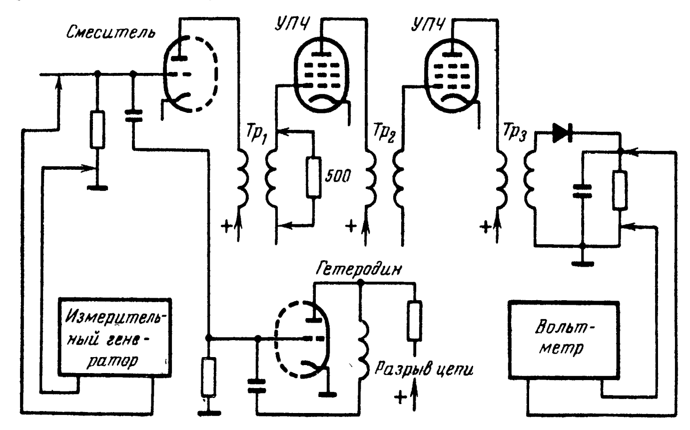


Рис. 56. Методика настройки усилителя, показанного на рис. 55.

Настройка всех контуров на одну и ту же частоту дает возможность использовать простой измерительный генератор и вольтметр в качестве индикатора.

Н. — Но ты же сам учил меня, что в полосовом фильтре оба контура должны быть настроены на одинаковые частоты. Как же быть?

Л. — Строго говоря, следовало бы настроить отдельно каждый контур и затем сильно связать их. Однако, поскольку конструкция трансформатора не дает возможности проделать такую операцию, прибегают к искусственному приему, заключающемуся в том, что нерегулируемому контуру не дают возможность колебаться.

Н. — Вводя в него затухание?

Л. — Вот именно. Настройка производится следующим образом. Нужно отключить питание гетеродина. На сетку смесительной лампы подается напряжение от измерительного генератора сигнала, а параллельно нагрузке видеодетектора включается в качестве индикатора настройки вольтметр (рис. 56).

Н. — С какой шкалой?

Л. — Вполне удовлетворительна, например, шкала на 3 *в*.

Н. — Хорошо. А как же быть с затуханием?

Л. — Ты берешь сопротивление порядка 500 *ом*, включаешь его сначала параллельно первичной обмотке трансформатора $Тр_3$ и настраиваешь его вторичную обмотку. Затем переносишь сопротивление на вторичную обмотку и настраиваешь первичную. Точно так же ты настраиваешь один за другим все трансформаторы промежуточной частоты.

Н. — И это не сложнее, чем ты рассказываешь?

Л. — Отнюдь нет. Я тебе всегда говорил, что это очень просто.

Н. — Значит, достаточно каждый раз подстроить соответствующий сердечник обмотки трансформатора на максимум показаний вольтметра?

Л. — Разумеется.

Чудесный прибор

Н. — Тогда почему приятели прожужжали мне уши про какой-то «вобулятор»? Я зря искал во всех словарях это слово.

Л. — Потому что по-русски это называется генератором качающейся частоты.

Н. — А зачем он нужен?

Л. — Для сокращения времени и удобства настройки.

Н. — Но можно обойтись и без него?

Л. — Дай мне объяснить тебе, иначе мы никогда не кончим. Если усилитель с полосовыми фильтрами можно еще удовлетворительно настроить тем способом, который я только что изложил, то в случае усилителя с взаимно расстроенными каскадами каждый контур должен быть настроен на свою частоту, выбираемую до известной степени произвольно.

Н. — О, я понял. Важна форма результирующей частотной характеристики. Конец, так сказать, венчает дело.

Л. — Правильно. И в таких случаях приходится, меняя небольшими скачками частоту измерительного генератора, наносить точка за точкой показания вольтметра на график. Если частотная характеристика получилась неудовлетворительной, то нужно изменить настройку контуров, снова снять по точкам частотную характеристику и т. д.

Н. — Какая тоскливая операция. А генератор качающейся частоты позволяет настроить усилитель быстрее?

Л. — Почти мгновенно, дружище.

Н. — Но это чудо! Расскажи же скорее.

Л. — Это не чудо, а очень остроумный прибор. На вход усилителя промежуточной частоты включается генератор качающейся частоты, а на выход детектора — усилитель вертикального отклонения осциллографа, развертка которого синхронизирована с периодом качания частоты этого генератора (рис. 57). Существуют специальные приборы для настройки телевизоров (ПНТ), в которых генератор качающейся частоты и осциллограф объединены.

Н. — Я, кажется, понял. Если полоса пропускания усилителя должна быть порядка 6 *Мгц* при несущей частоте 34,25 *Мгц*, то именно на эту частоту нужно настроить генератор качающейся частоты. Но модулятор, осуществляющий частотную модуляцию генератора, будет непрерывно изменять несущую несколько раз в секунду на 6 *Мгц* в сторону повышения и понижения частоты.

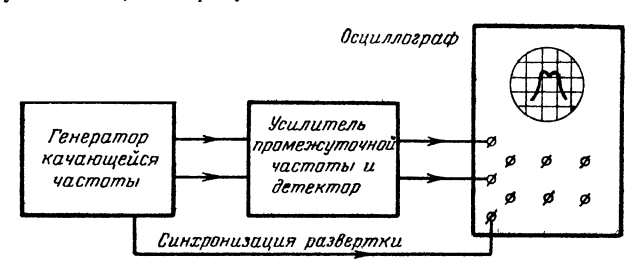


Рис. 57. В случае усилителя с взаимно расстроенными каскадами следует пользоваться генератором качающейся частоты. На экране осциллографа показана примерная осциллограмма.

Специальный прибор, в котором объединены генератор качающейся частоты и осциллограф, носит шифр ПНТ (прибор для настройки телевизоров).

Л. — Иначе говоря, девиация частоты будет порядка 6 *Мгц* (а с некоторым запасом до 10 *Мгц*).

Н. — А какова частота девиации?

Л. — Чаще всего 50 *гц*.

Н. — Понятно. Следовательно, девиация осуществляется с частотой сети питания. Таким образом, частота генератора непрерывно меняется в пределах той полосы, которую должен пропустить усилитель телевизора. Вертикальное же отклонение луча осциллографа, горизонтальная развертка которого также синхронизирована частотой сети питания, пропорционально в каждый данный момент мгновенному значению коэффициента усиления усилителя. Таким образом, на экране осциллографа появится результирующая частотная характеристика усилителя, которую можно произвольно менять с помощью регулировочных элементов, например сердечников трансформаторов.

Л. — Можно лишь добавить, что генератор качающейся частоты снабжается еще специальным генератором, обычно кварцевым, создающим на частотной характеристике небольшие метки, например через 1 *Мгц*. По этим меткам можно точно установить требуемую полосу пропускания, положение выбросов на характеристике и пр.

Делить и властвовать

Н. — Меня немного пугает в усилителе промежуточной частоты большое число каскадов при столь высокой несущей частоте. Я как-то попробовал добавить в радиоприемнике один каскад усиления на частоте 465 *кгц* и не мог избавиться от обратных связей через общие цепи.

Л. — Это не удивительно. Ты поступил, как и все начинающие, т. е., ничего не понимая, взялся сразу за самое трудное. Правда, сопротивление контуров в радиоприемниках значительно выше, чем в телевизорах.

Н. — Да, да. Ведь в телевизорах сопротивления, обычно шунтирующие контуры, не превышают нескольких тысяч ом, благодаря чему затухание контуров очень велико и опасность появления обратных связей через общие цепи значительно уменьшается.

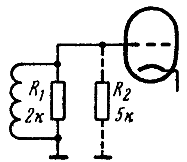


Рис. 58. При определении сопротивления нагрузки контура нужно учитывать входное сопротивление лампы. Сопротивление нагрузки в рассматриваемом случае составляет около 1,4 *ком*.

Л. — Следует учесть также неявно выраженные сопротивления.

Н. — Какие же?

Л. — Ведь входное сопротивление лампы, составляющее, например, 1 *Мом* на частоте 1 *Мгц*, падает до нескольких тысяч *ом* на частоте 40 *Мгц*. Если оно равно, скажем, 5 000 *ом* (рис. 58)...

Н. — То шунтирующее сопротивление, равное $R_1R_2/(R_1 + R_2)$, будет порядка 1 400 *ом*.

Л. — Тем не менее, опасность возникновения таких связей в многоламповых телевизионных усилителях вполне реальна. Мы как-то уже говорили о необходимости заземления всех высокочастотных цепей в одной точке. Однако и этого иногда недостаточно.

Н. — Как? Не можешь же ты, в самом деле, разделить землю на две части?

Л. — Конечно, но я могу уменьшить ее сопротивление по высокой частоте.

Н. — Я, кажется, понимаю. Разве для заземления не применяют нескольких параллельно соединенных проводов? Следовательно, достаточно взять для заземления провод потолще.

Л. — В заземляющем проводе имеет значение не активное, а полное сопротивление. Увеличив диаметр провода, ты уменьшаешь в основном его активное сопротивление, а не индуктивность, играющую на высоких частотах значительно более существенную роль, чем сопротивление. Решающее значение имеет длина заземляющего провода, а не его диаметр.

Н. — Следовательно, для уменьшения обратных связей имеет смысл кое-где добавить заземления?

Л. — Да, и найти такие места можно, например, с помощью отвертки. В том месте, где она дает эффект уменьшения обратной связи, следует добавить заземляющий провод. Кроме того, полезно проверить исправность блокировочных конденсаторов (конденсаторов развязки) путем добавления к ним заведомо исправного. Для этого существует очень простое приспособление.

Н. — Это ловко. Ты приклепал к пластмассовой планке два наконечника и к их концам припаял конденсатор...

Л. — Керамический, емкостью 1 800 *пф*. Это приспособление позволяет зашунтировать любой конденсатор, не прикасаясь к нему рукой.

Н. — Но что происходит при этом?

Л. — Как только ты присоединишь к неисправному конденсатору испытательный, обратная связь должна мгновенно исчезнуть.

Н. — И ты заменяешь неисправный! Но, вероятно, существуют и другие причины возникновения обратных связей?

Неприятное соседство

Л. — Да, это паразитные индуктивные и емкостные связи. В некоторых телевизорах, например, антенный провод расположен слишком близко к выходу детектора или видеоусилителя. Иногда достаточно антенному проводу случайно приблизиться к проводу, идущему на управляющий электрод кинескопа, чтобы работа телевизора стала неустойчивой, или даже возникла генерация.

Н. — Но для антенного провода обычно применяют экранированный коаксиальный кабель?

Л. — Это верно, но нужно, чтобы заземление оболочки этого кабеля было эффективным. Идеальное электрическое заземление, активное сопротивление которого практически равно нулю, может оказаться совершенно неудовлетворительным с точки зрения такой высокой частоты, как 150—200 *Мгц*. Кроме того, существенное значение имеет качество согласования сопротивлений. При плохом согласовании антенны и снижения или снижения и входного контура возникают стоячие волны.

Н. — Но ведь они, так сказать, заперты в кабеле?

Л. — Чтобы убедиться, что это не всегда так, достаточно провести рукой по оболочке кабеля.

Н. — А что мы увидим при этом?

Л. — Изменение контраста изображения, свидетельствующее о том, что кабель снижения излучает.

Н. — Ты столько ужасов всегда наговоришь! Как же этим бедам помочь?

Л. — Путем нахождения удачных точек для заземлений, увеличения расстояния между элементами, связь между которыми опасна, подбора числа витков входной катушки, обеспечивающего хорошее согласование сопротивлений, и, наконец, улучшения качества фильтра на выходе видеодетектора.

Н. — Вот это я не понимаю.

Л. — Да, это несколько посложней. Нужно, чтобы фильтр после детектора (практически это одна индуктивность, как показано на рис. 59, так как в качестве конденсатора используется междуэлектродная емкость сетка — катод лампы) пропускал без ослабления самые высокие частоты видеосигнала и в то же время эффективно подавлял промежуточную частоту и комбинационные частоты, образующиеся в результате детектирования.

Н. — Но как могут повредить эти частоты при недостаточном подавлении и как определить этот дефект?

Л. — Эти частоты усиливаются видеоусилителем, излучаются проводом, идущим к управляющему электроду кинескопа, и, попа-

дая на снижение антенны или какой-либо контур усилителя высокой частоты, вызывают самовозбуждение усилителя. А судить о наличии такой обратной связи можно, взявшись рукой за снижение антенны. При этом паразитная связь усилится или ослабнет.

Н. — Но ты не объяснил, каковы внешние проявления паразитных связей.

Л. — Нестабильность усиления, обусловленная наличием слабых паразитных связей, не вызывающих еще самовозбуждения, может дать на изображении горизонтальные полоски или зигзагообразные колебания вертикальных линий. Иногда создается впечатление потока воды, хлынущего вдоль строк. В случае самовозбуждения вместо изображения появляется пятно с рваными краями, меняющее слегка форму и положение на экране.

Рис. 59. Индуктивность L образует вместе с выходной емкостью детектора C_1 и входной емкостью лампы видеоусилителя C_2 П-образный фильтр, подавляющий промежуточную частоту.

Н. — Т. е. так же, как и при потере емкости какого-либо конденсатора развязки в видеоусилителе?

Л. — И так же в некоторой степени зависящее от напряжения смещения, задаваемое регулятором контраста.

Н. — И как же помочь этой беде?

Л. — Начнем рассуждать, дружище. Тут возможны два случая. Если это плохо выполненный телевизор, что, впрочем, встречается очень редко, то нужно увеличить индуктивность L, но так, чтобы не снизить сколько-нибудь заметно четкость изображения (рис. 59). Иногда в таких случаях может помочь сопротивление порядка 1 000 *ом*, включенное между этой индуктивностью и сеткой лампы.

Н. — Если же телевизор был правильно рассчитан, то нужно, очевидно, восстановить его исходное состояние.

Л. — Да, и найти плохое заземление, например плохой контакт в ламповой панельке или в каком-либо экранирующем кожухе.

Н. — В ламповой панельке?

Л. — Представь себе, что в гнезде, через которое заземляется экран лампы, плохой контакт. Этого вполне достаточно. Остерегайся также подтеков канифоли, образующихся при плохой пайке. Опасны большие металлические массы (например, кожух), не соединенные пайкой с шасси. Впрочем, и внешне красивая пайка скрывает иногда отвратительный контакт.

Неисправности в лампах

Л. — Кажется, я не говорил тебе, как найти неисправную лампу в УПЧ, тем более что иногда лампа при этом исправно греется.

Н. — Но ведь это очень просто, конечно, если имеется катодное сопротивление. При анодном токе лампы, равном, например, 10 *ма*, и катодном сопротивлении 200 *ом* между катодом и шасси должно быть напряжение +2 *в*. Если оно равно нулю, а напряжение на аноде и экранирующей сетке имеет требуемое значение, то можно смело заключить, что лампа вышла из строя.

Л. — Это, конечно, правильно. Но должен тебя предупредить, что встречается довольно странная на первый взгляд неисправность. Ты видишь достаточно четкое, но не очень контрастное изображение. Ты ставишь любой диагноз, кроме истинного, заключающегося в вышедшей из строя лампы УПЧ.

Н. — Которая, очевидно, немного усиливает?

Л. — Ни в малейшей степени. Это явление может быть также и в случае полного перегорания нити накала, но такую лампу легко обнаружить.

Н. — Но что же получается?

Л. — Сигнал проходит через такую лампу потому, что ее сеточная и анодная цепи всегда слабо связаны индуктивно или емкостно через паразитные емкости. Поэтому телевизор продолжает работать, хотя и с меньшим коэффициентом усиления. Если входной сигнал достаточно интенсивен, то изображение получается лишь с несколько сниженным контрастом. В таких случаях можно подозревать и детектор и видеоусилитель и потерять много времени на отыскание настоящего виновника.

Контрасты

Н. — Кстати, о контрасте. В моем телевизоре регулировка осуществляется с помощью скромного потенциометра сопротивлением 5 *ком* (рис. 55). Единственной возможной неисправностью является легко обнаруживаемый обрыв в потенциометре. Но может быть существуют более сложные устройства?

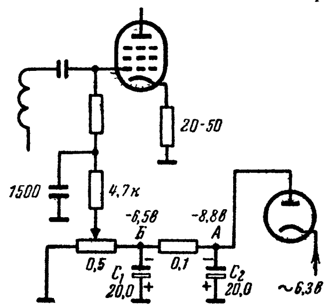


Рис. 60. Схема регулировки контраста изменением отрицательного напряжения смещения на управляющей сетке лампы усилителя промежуточной частоты. Источником напряжения смещения является выпрямитель напряжения накала. Неисправность конденсаторов C_1 и C_2 может привести к невозможности уменьшить контраст до требуемого значения или к его колебаниям.

Л. — Конечно, например на рис. 60 показана довольно употребительная схема регулировки контраста. Я лично не являюсь ее сторонником, но дело ведь не в моих личных вкусах.

Н. — Регулировка контраста и в этом случае сводится к изменению напряжения смещения на управляющей сетке лампы, хотя возможные причины неисправностей явно другие.

Л. — Посмотрим, найдешь ли ты их.

Н. — Прежде всего бросаются в глаза электролитические конденсаторы в цепях с довольно значительным активным сопротивлением. При утечке, меняющейся в достаточно широких пределах...

Л. — Ты сразу попал на больное место. Хотя, в общем, схема работает достаточно устойчиво.

Н. — Однако если невозможно сколько-нибудь значительно снизить контраст, то следует заключить, что либо конденсатор C_2 высох, либо в конденсаторе C_1 большая утечка.

Л. — Решительно, скоро ты начнешь обучать меня. Я тебя слушаю.

Н. — Это происходит потому, что при исправном конденсаторе C_2 напряжение в точке *А* должно быть равно амплитуде напряжения, т. е. $6{,}3 \cdot 1{,}41 \approx 9$ *в*. При высохшем же конденсаторе напряжение упадет примерно до 6 *в*. Если же в конденсатора C_1 появится утечка, то напряжение в точке *Б* может иметь сколь угодно малое значение в зависимости от сопротивления утечки.

Л. — Самопроизвольное же изменение контраста свидетельствует о переменном сопротивлении утечки конденсатора. Эта неисправность может измучить, если не знаешь хорошо особенностей схемы.

Н. — Мне почему-то кажется, что ты это сказал с какой-то задней мыслью.

Л. — Ты угадал. Чтобы регулировать контраст, можно использовать вместо выпрямителя напряжения 50 *гц* любое вырабатываемое в самом телевизоре отрицательное напряжение.

Н. — Несомненно. Поищем... например, напряжение на сетке лампы блокинг-генератора или выходного каскада строчной развертки...

Л. — Или же особенно на сетке лампы амплитудного селектора (рис. 61).

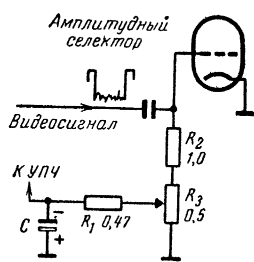


Рис. 61. Схема регулировки контраста, в которой в качестве источника отрицательного напряжения использовано падение напряжения на сопротивлении в цепи управляющей сетки лампы амплитудного селектора. Такая схема одновременно выполняет роль упрощенной автоматической регулировки усиления. При наличии утечки в конденсаторе *С* наблюдаются колебания контраста.

Н. — Почему «особенно»?

Л. — Потому что это напряжение зависит от амплитуды видеосигнала.

АРУ

Н. — Понял! Это позволяет осуществить автоматическую регулировку усиления.

Л. — Да, и кроме автоматической регулировки можно установить с помощью потенциометра R_3 желаемый контраст.

Н. — В целом это очень просто. По-видимому, напряжение на сетке лампы амплитудного селектора настолько велико, что приходится делить его с помощью сопротивления R_2 и потенциометра R_3?

Л. — Безусловно. Но мы подошли к основной причине возможной неисправности в этой схеме. В радиоприемниках в аналогичных схемах конденсатор *С* не превышает 0,1 *мкф*, в телевизорах же его емкость должна быть значительно больше, по крайней мере порядка 5 *мкф*. Поэтому этот конденсатор бывает чаще всего электролитическим.

Н. — Который при наличии утечки будет являться причиной неприятностей, подобных рассмотренным выше. Но зачем нужна такая большая емкость?

Л. — Потому что напряжение на сетке лампы амплитудного селектора зависит не только от уровня сигнала, что необходимо для

автоматической регулировки усиления, но и от содержания изображения, что просто вредно с этой точки зрения. Представь себе, что вслед за какой-нибудь надписью на совершенно белом фоне передается совершенно темное изображение...

Н. — Египетская ночь...

Л. — Ты легко сообразишь, зная как работает амплитудный селектор, что напряжение на сетке его лампы сильно изменится. Поэтому необходимо, чтобы эти изменения по возможности не передавались на сетки ламп, охваченных автоматической регулировкой усиления.

Н. — Точно так же в радиоприемниках в цепь АРУ включают *RC*-фильтр с постоянной времени, достаточной для сглаживания переменной составляющей, обусловленной звуковой модуляцией. Но вот что мне не вполне ясно. Ведь в телевидении частота модуляции значительно выше?

Л. — Так же, как и значительно ниже, Незнайкин. Ведь в телевидении нужно передавать и среднее значение яркости, то, что называют постоянной составляющей или, иными словами, полосу частот от 0 до 6 *Мгц!* Чтобы АРУ по схеме на рис. 61 совершенно не зависела от содержания изображения, постоянная времени *RC*-фильтра должна быть бесконечно большой.

Н. — Что невозможно, так как схема вообще перестала бы работать. Твоя замечательная схема в действительности не более чем заколдованный круг.

Л. — К сожалению, ты почти прав. Так как теоретически нужно сгладить все составляющие в диапазоне от 0 до 50 *гц*...

Н. — Постоянную времени *RC*-фильтра увеличивают до практически возможного значения. Но почему бы не увеличить сопротивление R_1?

Л. — Потому что при этом могут появиться серьезные неприятности, связанные с сеточными токами.

Н. — Отсюда мораль: следить за состоянием конденсатора *С* и заменять его, как только появляется снижение пределов регулировки контраста или самопроизвольное его изменение.

Л. — Можно еще добавить, что существуют значительно более совершенные схемы АРУ, принципиально не зависящие от содержания изображения, однако имеющие свои подводные камни. Но мы не можем их все изучить. Схема, которую мы рассмотрели, одна из наиболее простых и использовалась в старых типах телевизоров.

Н. — Я охотно ею удовлетворюсь. В этой схеме можно еще отметить в качестве возможных неисправностей обрыв в сопротивлении R_1, исключающий возможность регулировки контраста, и в сопротивлении R_2 или R_3, приводящий одновременно к нарушению синхронизации.

Л. — Поздравляю тебя. Ты на глазах умнеешь.

БЕСЕДА ДЕВЯТАЯ

Приемник звукового сопровождения в телевизоре во многом подобен радиоприемнику, вследствие чего возможные неисправности и в том, и в другом в достаточной мере схожи. Хотя это и самостоятельный элемент телевизора, но эта самостоятельность кажущаяся, так как его входной сигнал вырабатывается общим для телевизора гетеродином-смесителем. Это и служит причиной, как это будет видно, непредвиденных обстоятельств с точки зрения разрешающей способности... Обсуждая возможные неисправности в приемнике звукового сопровождения, наши друзья затронут в своей беседе следующие темы: зависимость между полосой пропускания и значением промежуточной частоты звука; смещение частоты гетеродина; настройка по измерительному генератору и по изображению; звук на изображении и изображение в звуке; запирающие фильтры; настройка приемника звукового сопровождения; самовозбуждение; муар на изображении.

ПРИЕМНИК ЗВУКОВОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ

Еще о настройке

Незнайкин. — Будь судьей, Любознайкин.

Любознайкин. — Спасибо за доверие

Н. — Нет, серьезно, я поспорил со своим двоюродным братом. Изображение на экране его телевизора было очень контрастным и совершенно нечетким. Произошло это потому, что он всюду любит совать свой нос, ни в чем не разбираясь. На этот раз он решил посмотреть, с какой целью в катушках применяются сердечники... Он утверждал, что крутил сердечники в приемнике звука, а я уверен, что это был приемник изображения. Шум был изрядный. Как ты считаешь?

Л. — У твоего кузена новый телевизор или старый?

Н. — О, у него ветеран «Темп-2».

Л. — Тогда вполне возможно, что он расстроил именно приемник звукового изображения. Ты ведь знаешь, что в телевизорах новейших марок в качестве промежуточной частоты канала звука используется разностная частота промежуточных частот изображения (34,25 *Мгц*) и звука (27,75 *Мгц*), равная 6,5 *Мгц*. Расстройка контуров в канале звука такого телевизора привела бы к ослаблению или полному пропаданию звука и только. Иначе обстоит дело в некоторых типах старых телевизоров («Темп», «Темп-2», «Авангард», «Беларусь» и др.), в которых непосредственно усиливается промежуточная частота 27,75 *Мгц*. Твой кузен по всем признакам изменил промежуточную частоту канала звука.

Н. — Частоту, на которую он первоначально был настроен?

Л. — Ну, да.

Н. — Но при чем здесь качество изображения? Ведь в канале изображения самостоятельный приемник?

Л. — Но с общим для обоих каналов гетеродином-смесителем.

Н. — ???

Л. — Стыдно, Незнайкин!

Немного теории

Л. — Представь себе, что ты принимаешь первую программу. Несущая частота изображения равна 49,75 *Мгц*, а звука 56,25 *Мгц*. Разность составляет 6,5 *Мгц*. Канал звука настроен на промежуточную частоту 27,75 *Мгц* (рис. 62), а канал изображения — на

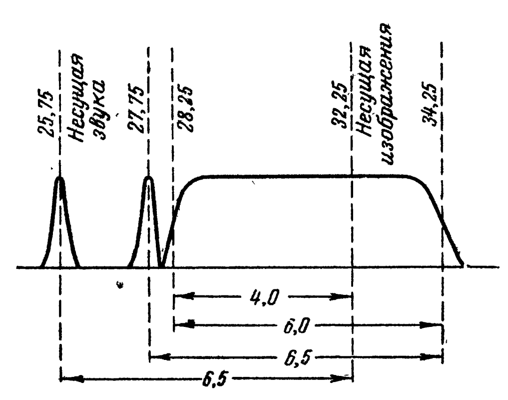


Рис. 62. Диаграмма, показывающая влияние настройки усилителя промежуточной частоты звука на полосу пропускания приемника изображения. При правильной настройке контуров усилителя звука на частоту 27,75 *Мгц* несущая изображения находится на правом склоне частотной характеристики на уровне — 6 *дб*. При расстройке усилителя промежуточной частоты звука, например на 2 *Мгц* в сторону более низких частот, несущая изображения попадает в середину полосы пропускания (32,25 *Мгц*), вследствие чего низкие частоты резко увеличиваются, а высокие, определяющие передачу мелких деталей, пропадают.

27,75+6,5=34,25 *Мгц*. Гетеродин настроен на частоту 49,75+34,25=56,25+27,75=84 *Мгц*. Допустим, что твой кузен перестроил промежуточную частоту звука на 2 *Мгц* ниже, т. е. на 25,75 *Мгц*. Что произойдет?

Н. — Чтобы появился звук, гетеродин необходимо будет перестроить на частоту 56,25+25,75=82 *Мгц*.

Л. — Но настройка канала изображения не изменилась. Промежуточные частоты занимают приблизительно полосу 34,25—28,25=6 *Мгц*. Где окажется несущая по промежуточной частоте?

Н. — Гм... Гм... Будет отличаться на 6,5 *Мгц*, следовательно, будет равна 25,75+6,5=32,25 *Мгц*.

Л. — Ты все еще не понимаешь? Прежде всего используемая полоса частот изображения не превышает сейчас 32,25—28,25=
=4 *Мгц*. Но это не самое худшее!

Н. — Но что же получилось? Полоса уменьшилась на 2 *Мгц*. Разрешающая способность по испытательной таблице должна была упасть с 500—550 до 350—370 линий, а она снизилась, я это сам наблюдал, не менее чем до 100—150 линий?

Л. — Получилось следующее. Ты ведь помнишь, что для правильного приема боковой полосы несущая должна находиться на склоне частотной характеристики на уровне —6 *дб*, иными словами, на середине склона. Теперь же она попала на плоскую часть характеристики, так как смещена на 2 *Мгц*. В результате усиление на низких частотах оказалось в 2^2, т. е. в 4 раза больше, что совершенно эквивалентно пропорциональному уменьшению усиления на высоких частотах.

Н. — Ну, и?

Л. — Контраст увеличился только на низких частотах. При уменьшении контраста до нормального значения резко упала интенсивность высоких частот, передающих мелкие детали, и изображение стало нечетким, размытым.

Настройка по изображению

Н. — Но как теперь правильно настроить приемник звука без генератора сигналов?

Л. — Нужно настроить гетеродин на максимально возможное число линий по вертикальному клину испытательной таблицы, не слишком, правда, увлекаясь во избежание появления пластики на изображении.

Н. — Да, я замечал, что при попытке увеличить перестройкой гетеродина четкость сверх нормальной изображение начинает походить на гравюру и на всех вертикальных линиях справа появляется окантовка.

Л. — После настройки на нормальную разрешающую способность, причем, естественно, звук полностью пропадет, нужно заметить положение ручки гетеродина, после чего опять настроиться на громкий звук и начать поворачивать ручку настройки гетеродина в направлении правильной настройки, подворачивая одновременно сердечники контуров. Когда ручка настройки гетеродина будет установлена в правильное положение, нужно настроить контуры L_1, L_2 и L_3 усилителя промежуточной частоты и контур дискриминатора L_4 (рис. 63) на максимальный звук, а контур дискриминатора L_5 на минимум фона и шипения (при максимальной громкости, конечно). Окончательную настройку нужно производить при возможно более ослабленном усилении (контрасте). Особой тщательности и известного навыка требует настройка контуров дискриминатора L_4 и L_5, так как от этого в большой степени зависят чистота звука и отсутствие посторонних шумов.

Н. — Увы, значит, прав был мой двоюродный брат. Расстроен был именно приемник звука. Ну, а что произойдет при перестройке контуров приемника звука на 2 *Мгц* выше (рис. 64)? Соответст-

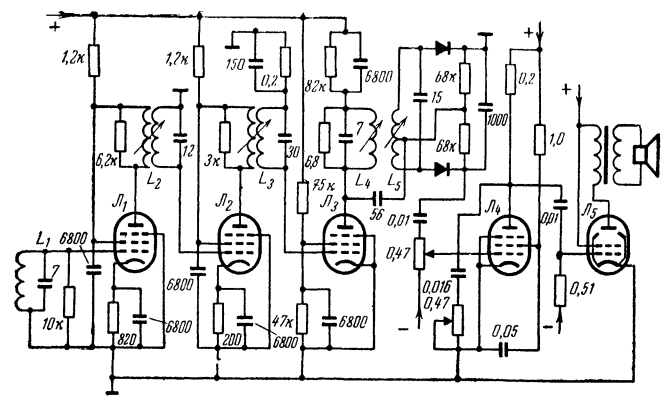


Рис. 63. Схема канала звукового сопровождения с усилителем промежуточной частоты, настроенным на 27,75 *Мгц*.

L_1 — контур связи с анодной цепью лампы усилителя промежуточной частоты, общего для каналов изображения и звука; $Л_1$—$Л_2$ — первый и второй каскады усилителя промежуточной частоты; $Л_3$ — усилитель-ограничитель; L_4 и L_5 — частотный дискриминатор; $Л_4$ и $Л_5$ — предварительный и оконечный каскады усилителя низкой частоты.

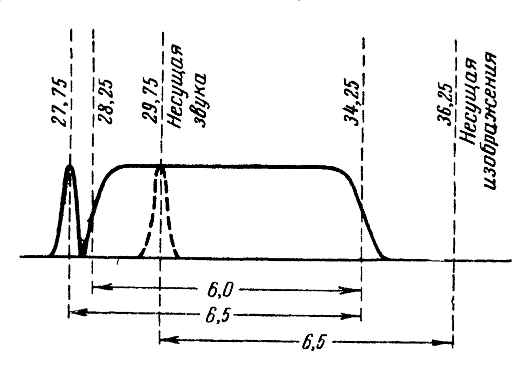


Рис. 64. Диаграмма, иллюстрирующая влияние расстройки усилителя промежуточной частоты звука в сторону более высоких частот. Несущая изображения оказывается вне полосы пропускания приемника, вследствие чего низкие частоты резко ослабляются, синхронизация ухудшается и на изображении появляется пластика. В канале звука будет помеха от изображения, а на изображении — помеха от звукового сопровождения.

венно тому, что ты говорил, изображение должно быть очень четким, но с пластикой.

Л. — Конечно. Кроме того, как ты видишь, звуковое сопровождение попадет в канал изображения. В результате ты «увидишь» звук и «услышишь» изображение.

Н. — Как это?

Л. — На изображении будут появляться горизонтальные полосы в такт звуковой передачи, и ты услышишь сильный фон кадровой частоты. Впрочем, и в хорошо отрегулированном современном телевизоре ты «увидишь» звуковое сопровождение при неправильной настройке гетеродина (на «слишком высокую» четкость). Но в последнем случае беде легко помочь, лишь слегка повернув ручку гетеродина.

Н. — А каких еще сюрпризов можно ожидать от приемника звукового сопровождения?

Л. — В современных телевизорах, где, как правило, в качестве промежуточной частоты канала звукового сопровождения используется частота биений между несущими изображения и звука, равная 6,5 *Мгц,* при совершенно исправных деталях и правильном режиме ламп громкоговоритель может интенсивно гудеть. Впечатление такое, как-будто слышен фон, характерный для неисправного фильтра.

Н. — Почему только впечатление?

Л. — Потому что в действительности ты слышишь частоту кадровой синхронизации.

Н. — Но в исправном телевизоре это не должно быть. Следовательно, что-то все же неисправно?

Л. — Это не неисправность в полном смысле слова, а расстройка.

Н. — Понял. Это свидетельствует о неточной настройке контура дискриминатора $Л_5$ (рис. 63). Чтобы устранить этот фон нужно с помощью отвертки ...

Л. — Из диэлектрика, например, текстолита или органического стекла ...

Н. — Настроить этот контур. Я заметил, что в разных типах телевизоров он может быть настроен либо вращением сердечника, либо с помощью специального подстроечного конденсатора. Настроить нужно, очевидно, так, чтобы при громком чистом звуке пропал фон. При этом при расстройстве контура в любую сторону должен появиться фон.

А может ли случиться так, что никакой настройкой контура не удастся избавиться от фона?

Л. — Конечно. Это будет свидетельствовать, что ты не сумел найти неисправность. В таком случае нужно прежде всего проверить идентичность полупроводниковых диодов и сопротивлений в фазовом дискриминаторе.

Н. — Все ли мы рассмотрели?

Л. — Остается еще усилитель низкой частоты, ничем не отличающийся от таких же усилителей в радиоприемниках.

Н. — Спасибо, но это-то я знаю и, вероятно, сумею разобраться в возможных неисправностях. Ты ведь сам сказал, что, не зная этого, лучше не пытаться ремонтировать телевизоры.

БЕСЕДА ДЕСЯТАЯ

Мы, наконец, добрались до общего для приемников и звука и изображения устройства — блока высокой частоты, состоящего из усилителя высокой частоты, гетеродина и смесителя. В современных телевизорах этот блок выполнен в виде самостоятельного элемента и носит в этом случае наименование переключателя телевизионных программ или каналов (ПТП или ПТК), так как одним из основных его элементов является переключатель, позволяющий переходить с одной телевизионной программы на другую. Незнайкин был уверен, что хорошо знает радиоприемники. Однако он немедленно убедился, что это ему мало поможет, так как, если не считать теоретических основ, блоки высокой частоты радиоприемников и телевизоров очень сильно отличаются один от другого.

Был разработан ряд вариантов конструктивного оформления переключателей телевизионных каналов. Однако все современные телевизоры снабжены одинаковыми блоками, состоящими из каскодного усилителя и триод-пентодного гетеродина-смесителя. Тем не менее... Впрочем, перейдем к беседе, в которой будут обсуждаться следующие вопросы: преобразование частоты; проверка частоты гетеродина; настройка с помощью измерительного генератора; методы измерения; сеточный ток смесителя; пентодный гетеродин-смеситель; симметрирование; пентодный усилитель высокой частоты; самовозбуждение; триодный усилитель высокой частоты; нейтродинирование; заземленная сетка; каскодная схема; переключатель каналов.

БЛОК ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Методика измерений

Незнайкин. — Твои мучения, Любознайкин, скоро кончатся, и я перестану докучать тебе своими вопросами.

Любознайкин. — Но, дружище, мне это доставляло только удовольствие, и я надеюсь, что мы еще найдем темы для разговоров. Как поживают все твои подопечные телевизоры?

Н. — Достаточно удовлетворительно. Но я подозреваю, что в одном из них не совсем исправен блок высокой частоты с переключателем каналов.

Л. — Ну, а как это проверить?

Н. — Прежде всего, я должен убедиться с помощью вольтметра, что на блок подается напряжение питания накала и анодных цепей. Затем я измерю напряжения на анодах ламп, на экранирующей сетке лампы $Л_1$ (рис. 65) и на ее катоде, на котором должно быть около 2 *в*, если через лампу проходит ток. Наконец, нужно проверить, работает ли гетеродин.

Л. — Заземлив на мгновение сетку его лампы в процессе измерения анодного напряжения.

Н. — Я понял. Когда гетеродин работает, на сетке его лампы автоматически появляется большое напряжение смещения благо-

даря сеточным токам. Если сорвать колебания, то анодный ток резко возрастет и напряжение на аноде упадет.

Л. — Следует иметь в виду, что такие измерения можно производить лишь с измерительным зондом, не вносящим в анодную

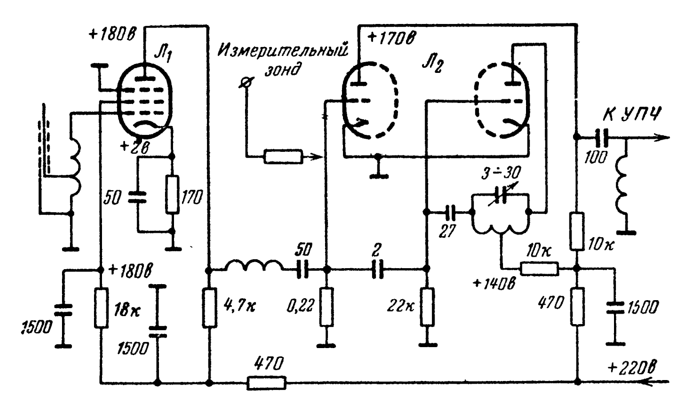


Рис. 65. Схема блока высокой частоты с пентодным усилителем высокой частоты и гетеродином-смесителем на двойном триоде, применявшаяся в некоторых старых типах телевизоров.

цепь сколько-нибудь заметную емкость. Для этого последовательно с зондом нужно включить сопротивление (рис. 66).

Н. — Это, очевидно, необходимо во избежание нарушения режима гетеродина. Но каков должен быть порядок сопротивления?

Л. — Чем больше, тем лучше. При этом, конечно, показания вольтметра будут сильно искажены, но этому можно помочь. До-

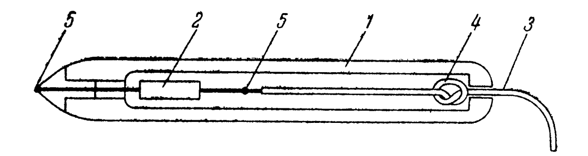


Рис. 66. Измерительный зонд, удобный для измерения в цепях высокой и промежуточной частоты.

1 — корпус; *2* — сопротивление; *3* — гибкий провод; *4* — узел, *5* — пайка.

пустим, что ты пользуешься в вольтмиллиамперметре шкалой на 300 *в*. При сопротивлении вольтметра 10 000 *ом* на вольт полное сопротивление вольтметра будет равно на этой шкале 3 *Мом*. Если ты возьмешь сопротивление 3 *Мом*, то показания миллиамперметра со шкалой на 100 *мка* будут такими же, как вольтметра на 300 *в*. Имея немного терпения, можно подобрать к миллиамперметру такое сопротивление, что его показания будут достаточно точно

соответствовать показаниям вольтметра. В качестве зонда можно использовать, например, шариковую ручку без чернильного стержня.

Н. — Мне это нравится. А для шкалы на 3 *в* нужно, очевидно, взять сопротивление 30 000 *ом*?

Л. — Конечно. Такой зонд не универсален, но все же он позволяет измерять постоянное напряжение в «горячих» точках, т. е. в точках, находящихся под напряжением высокой частоты, не нарушая заметно режима работы схемы.

Н. — А мог бы ты порекомендовать более совершенный измерительный прибор?

Л. — Ламповый вольтметр. Но вернемся к гетеродину. Если он работает, то отрицательное напряжение смещения должно быть не только на сетке лампы гетеродина, но и на сетке лампы смесителя.

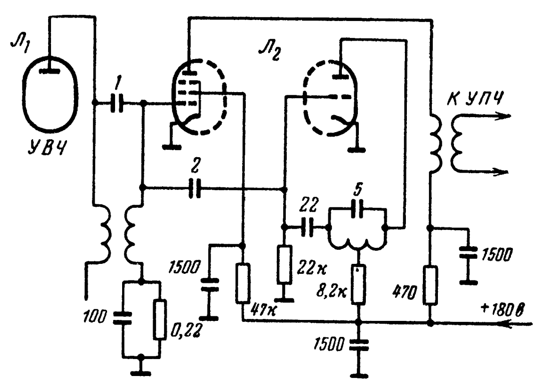


Рис. 67. Схема современного гетеродина-смесителя. Связь с усилителем высокой частоты осуществляется с помощью полосового фильтра.

Н. — А разве смещение на сетке лампы смесителя образуется не благодаря сеточному току самой смесительной лампы?

Л. — Полно, Незнайкин! Сообрази же. Ты ведь знаешь, что сеточный ток лампы при наличии отрицательного смещения не превосходит долей микроампера...

Н. — И до тех пор, пока...

Л. — Что именно?

Н. — На сетку не подано большое колебательное напряжение, в нашем случае напряжение гетеродина, напряжение смещения на сопротивлении в цепи сетки лампы смесителя ничтожно мало.

Л. — Совершенно верно.

Н. — И напряжение смещения появляется только в том случае, если гетеродин работает и сетка лампы смесителя, естественно, не замкнута накоротко.

Л. — Безусловно. К тому же на большей части блоков высокой частоты существует специальный контрольный вывод, соединенный с сеткой лампы смесителя через сопротивление порядка 5—10 *ком*. Наличие на этой контрольной точке отрицательного напряжения дает сразу две информации.

Н. — И это не зависит от схемы смесителя, будь это двойной триод, триод-пентод (рис. 67) или отдельный гетеродин?

Л. — Конечно, так как в телевизорах всегда используют так называемое «аддитивное» смешение, когда оба сигнала (принимаемый сигнал и напряжение гетеродина) подаются на сетку лампы смесителя, смещение которой практически всегда получается при работе гетеродина, как мы уже об этом говорили.

Другие схемы

Н. — А в случае пентодного гетеродина-смесителя (рис. 68)?

Л. — В этом случае все отличие заключается в том, что существует лишь одна сетка, общая для гетеродина и смесителя. Эта сетка, как и в любом другом гетеродине, выпрямляет колебания и благодаря этому заряжается отрицательно.

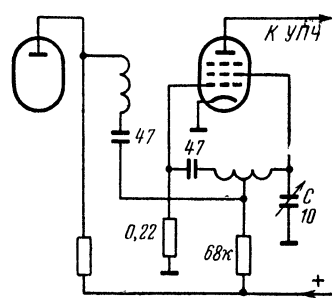


Рис. 68. Схема пентодного гетеродина-смесителя. Конденсатор переменной емкости *C* служит для симметрирования контура гетеродина.

Н. — Эта схема привлекает меня своей простотой.

Л. — Но и создает дополнительные трудности.

Н. — Ты меня огорчаешь. Какие же?

Л. — Необходимость симметрирования. Нужно, чтобы принимаемые колебания подавались на нейтральную точку, в которой напряжение гетеродина равно нулю.

Н. — И.., очевидно, это средняя точка индуктивности гетеродинного контура?

Л. — Нет. Нужно учесть длину соединительных проводов и паразитные емкости, благодаря которым электрическая нейтральная точка смещается относительно теоретической.

Н. — Любознайкин, я задам тебе два вопроса. Как можно определить положение нейтральной точки и какая неисправность может возникнуть при неточном симметрировании?

Л. — Тут речь может идти не о неисправности, а о трудности настройки. Настройка анодного контура усилителя высокой частоты, включенного обычно по схеме резонанса напряжений, влияет в этом случае на режим гетеродина, что затрудняет регулировку. Это и является одним из критериев правильности симметрирования...

Н. — Это понятно. Если только место подключения выбрано правильно, то настройка каскада высокой частоты не влияет на режим гетеродина. Нужно, следовательно, менять точку подключения контура высокой частоты до тех пор, пока его настройка не перестанет менять частоту гетеродина.

Л. — Правильно. Но не забывай, что затухание контура высокой частоты велико и поэтому его настройка достаточно расплывчата. Вследствие этого контур можно и не очень точно настроить

без каких-либо серьезных последствий, благодаря чему наличие асимметрии остается незамеченным. Все это выявляется при исследовании частотных характеристик.

Н. — Имеется ли еще какой-нибудь способ определения точности симметрирования?

Л. — С помощью самой обыкновенной отвертки. В случае правильного симметрирования можно касаться отверткой точки присоединения контура без каких-либо заметных нарушений приема.

Каскад высокой частоты

Н. — Все это очень хорошо. Мне кажется, что я достаточно продвинулся в изучении смесителя. В целом, если источники его питания в порядке, напряжение на анод (и, конечно, на экранирующую сетку пентода) подано и гетеродин работает, то неисправность следует искать в усилителе высокой частоты.

Л. — Это очевидно. Какие же неисправности могут там, потвоему, оказаться?

Н. — Мне ничего не приходит в голову, кроме самовозбуждения или отсутствия усиления.., если не считать еще полной или частичной потери эмиссии, что немедленно скажется на уменьшении контраста.

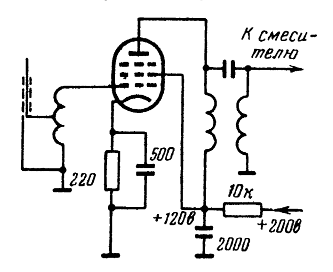


Рис. 69. Схема усилителя высокой частоты на пентоде.

Л. — Рассмотри же возможные случаи.

Н. — Допустим, что работа телевизора полностью нарушена, исчезли и изображение и звук. Если в усилителе высокой частоты используется пентод, то я измеряю напряжение на его аноде, экранирующей сетке и катоде. Так же как в усилителе промежуточной частоты, если все напряжения в порядке, следует предполагать короткое замыкание в индуктивности контура...

Л. — Что иногда наблюдается в переключателях каналов. Капелька олова может закоротить какой-либо контур.

Н. — Может быть также самовозбуждение, полностью блокирующее приемник.

Л. — Что можно немедленно определить по наличию на экране вместо изображения ряби, исчезающей при удалении лампы усилителя высокой частоты или выключении напряжения ее питания.

Н. — Это понятно. Кроме того, слишком высокое напряжение на аноде и экранирующей сетке и нулевое на катоде свидетельствуют о выходе из строя лампы. Ну и, конечно, уже известные классические случаи: например отсутствие анодного напряжения говорит о пробое конденсатора развязки или обрыве в анодном сопротивлении.

Л. — Тут могут быть и варианты, например в случае питания анода и экранирующей сетки лампы от одной развязывающей цепи (рис. 69),

Рассуждение на тему о ряби

Н. — А что может явиться причиной самовозбуждения?

Л. — В некоторых старых типах телевизоров параллельно катодному сопротивлению усилителя высокой частоты включали маленькую емкость порядка 50 *пф*. Для устранения нестабильности режима часто достаточно увеличить эту емкость до 500 *пф*.

Н. — Очевидно, склонность к самовозбуждению можно определить по легкому муару на изображении?

Л. — Который, конечно, не столь страшен, как рябь, о которой мы говорили.

Н. — А каковы еще возможные причины самовозбуждения?

Л. — Как и в усилителе промежуточной частоты, это могут быть неисправные заземления, конденсаторы, потерявшие емкость, иногда и сама лампа. Точно так же связь через неисправные цепи развязки с видеоусилителем, что вынуждает иногда проверять исправность всех цепей развязки во всей схеме.

Н. — Но в этом случае нельзя говорить о неисправности усилителя высокой частоты, который уже является не причиной, а лишь соучастником.

Л. — Ну и, наконец, метод настройки.

Н. — Настройки? Но это уже из другой оперы!

Л. — Ну да, настройки контуров. Как правило, входной контур и контур связи со смесителем настроены на крайние частоты диапазона. Если же по неопытности настроить их на очень близкие частоты, то каскад, склонный к самовозбуждению, может начать нестабильно работать.

Н. — Ну, конечно, получается генератор с настроенными контурами в цепях сетки и анода.

Л. — И ты знаешь ведь, как осуществляется в этой схеме связь между контурами?

Н. — Через емкость между сеткой и анодом, тем более опасную, чем выше частота. А так как в телевидении частота может превышать 200 *Мгц*...

Л. — Я хочу обратить твое внимание на то, что хотя междуэлектродная емкость, составляющая для пентода около 0,005 *пф*, часто достаточна для нарушения стабильности режима усиления, нужно особенно остерегаться емкости монтажа, которая может быть больше в сотни раз.

Н. — В самом деле, емкость 0,5 *пф* не бог весть что для монтажа. Кроме того, иногда, вероятно, для получения связи между катушками контуров достаточно, чтобы они «видели» одна другую. Не думаешь ли ты, что полезно было бы экранировать лампу и монтаж?

Л. — Так обычно и поступают в усилителях высокой частоты.

Ничего нет нового под луной

Н. — А разве никогда не применяют нейтродинирование?

Л. — И даже очень часто. Особенно в тех случаях, когда в усилителе высокой частоты использованы триоды.

Н. — Должен сознаться, Любознайкин, что эта история с применением триодов в усилителях на частоте 200 *Мгц* меня просто возмущает. Я не могу забыть, как в свое время ты безжалостно

меня высмеял, когда я хотел применить триод в простом радиоприемнике, и изо всех сил доказывал, что из него ничего не выжмешь, начиная с 200 *кгц*.

Л. — В технике иногда приходится пересматривать точки зрения. При этом используются те же теоретические основы, но с других позиций.

Н. — Да, ни в чем нельзя зарекаться. После кристаллических детекторов и триодов для усиления высокой частоты я могу ожидать, что увижу в телевизоре в один прекрасный день когерер Бранли.

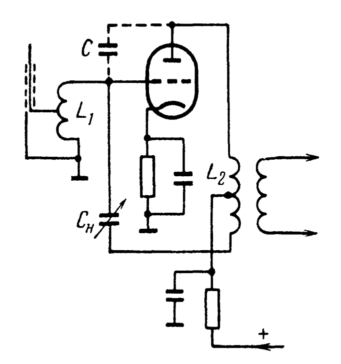


Рис. 70. Схема нейтродинного усилителя высокой частоты на триоде.

Усиленное напряжение высокой частоты попадает из анодной цепи на сетку лампы через междуэлектродную емкость *C*. Напряжение, подающееся на сетку через емкость $C_н$, имеет противоположную полярность и нейтрализует влияние междуэлектродной емкости. Если вывод на катушке L_2 сделан посередине, то $C_н = C$.

Л. —Полупроводник с лавинообразным эффектом...

Н. — Я не понимаю, издеваешься ли ты надо мной, или говоришь серьезно. Но расскажи лучше о нейтродинировании.

Л. — Посмотри на эту схему (рис. 70). Ты можешь заметить, что это классическая схема триодного усилителя, если отвлечься от небольшого конденсатора $C_н$. Пунктиром показана паразитная емкость анод — сетка *C*, являющаяся причиной плохой работы триода на повышенной частоте.

Н. — В свое время ты мне уже объяснял, что часть высокочастотной энергии, выделяющейся на анодной катушке L_2, возвращается через эту емкость в цепь сетки, что и вызывает самовозбуждение. Такое же явление наблюдается в случае пентода, если вследствие неправильного монтажа появляются паразитные емкости между проводами.

Л. — Совершенно верно. А теперь вспомни, что при добавлении к некоторой положительной величине такой же по абсолютному значению отрицательной величины получается в сумме нуль.

Н. — О ужас! Не хочешь ли ты начать обучать меня алгебре?

Л. — Это, конечно, было бы ужасно. Итак, $+1-1=0$. Через емкость *C* на сетку лампы попадает сигнал, полярность которого мы условно примем положительной. Чтобы нейтрализовать этот сигнал, достаточно подать в ту же точку через нейтродинный конденсатор $C_н$ такой же сигнал, но отрицательной полярности. Конденсатор $C_н$ должен быть переменным, чтобы можно было соответствующим образом выбрать величину сигнала. Противоположная же полярность сигнала получается в результате того, что источник питания (нулевая точка по высокой частоте) подводится к середине катушки, так что полярности на концах катушки противоположны относительно шасси.

Н. — Отвод должен быть точно в середине катушки.

Л. — Отнюдь нет. Он может быть взят от трети или четверти витков Практически это даже удобнее, так как при этом можно увеличить емкость конденсатора $C_н$ и получить более отчетливую настройку.

Н. — Но как настроить конденсатор $C_н$?

Л. — Он сначала устанавливается на наименьшую емкость, а затухание контура L_2 временно увеличивается путем включения параллельно ему сопротивления 200—400 *ом.* Затем подается сигнал на вход приемника и настраиваются контуры L_1 и L_2. После этого убирается сопротивление. При этом каскад скорее всего самовозбудится. Тогда нужно постепенно увеличить емкость $C_н$, пока колебания не окажутся сорванными.

Н. — А если чрезмерно увеличить емкость $C_н$?

Л. — Самовозбуждение снова возникнет.

Н. — Следовательно, нужно выбрать такое положение конденсатора, когда его емкость ни слишком мала, ни слишком велика и самовозбуждение отсутствует.

Л. — Совершенно верно.

Иногда полезно вернуться назад

Н. — Но объясни, зачем пользоваться этой антикварной схемой, когда пентод был специально выдуман, чтобы обойтись без нее?

Л. — Так как внутренние шумы пентода значительно больше, чем триода. В телевидении же стремятся уменьшить шумы всеми возможными средствами, так как они создают на экране мелкие точки, так называемый «снег», сильно портящий изображение, и снижают чувствительность приемника, что особенно нежелательно при дальнем приеме.

Н. — Следовательно, если телевизор с пентодным усилителем высокой частоты имеет слишком большие шумы, то его можно «модернизировать», заменив пентод триодом?

Л. — Конечно, и еще лучше двумя триодами, включенными в специальную схему.

Н. — А что это за специальная схема?

Л. — Ее особенность заключается в том, что сигнал подается на катод триода, в то время как сетка заземляется.

Н. — Заземляется! Милосердные боги, зачем же?

Л. — Так как в этом случае триод становится лампой с экранирующей сеткой, роль которой выполняет управляющая сетка.

Н. — Это такой фокус, что я даже растерялся. Но как лампа может в таких условиях усиливать?

Заземление сетки

Л. — Для начала обрати внимание, что обычно катод заземляют, а сигнал подают на сетку. Допустим, что у нас упрощенная схема приемника (рис. 71), в которой сетка присоединена к антенне, а катод заземлен. Допустим также, что при включении мы перепутали провода и антенну подали на катод, а сетку заземлили. Будет ли работать такой приемник? Начинай рассуждать, как ты это всегда делаешь, и посмотрим, что получится.

Н. — Хорошо. Пусть напряжение на катушке в данный момент имеет положительную полярность. Напряжение катода также будет

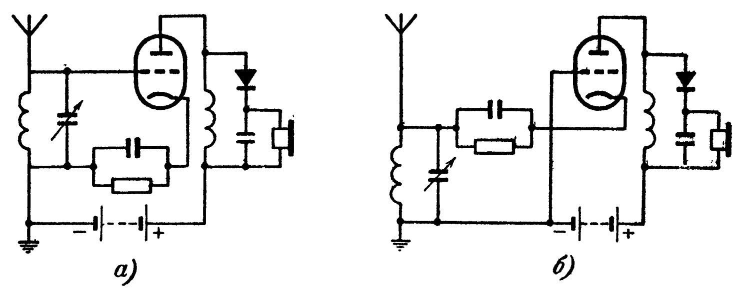


Рис. 71. Если в приемнике (*а*) перепутать местами антенну и заземление, то получится приемник с усилителем с заземленной сеткой (*б*), обладающий рядом как недостатков, так и достоинств.

положительно относительно сетки, что эквивалентно подаче отрицательного напряжения на сетку. Анодный ток упадет, а анодное напряжение возрастет и, следовательно, тоже будет иметь положительную полярность. Это интересно! В такой схеме сигнал не меняет полярность?

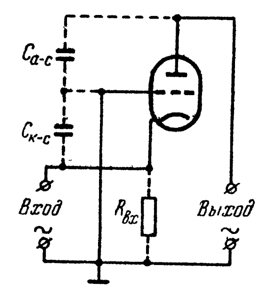


Рис. 72. Заземленная сетка образует электростатический экран между катодом и анодом и нейтрализует емкостную связь между выходной и входной цепями. Недостатком такой схемы является низкое входное сопротивление $Z_{вх} = 1/S$, где S — крутизна сеточной характеристики.

Л. — Конечно. Твои рассуждения вполне правильны.

Н. — Но каскад должен усиливать, так как, несмотря на заземление, сетка подает признаки жизни. Однако я должен констатировать, что сетка приобрела очень низменный образ мышления, так как остается глухой ко всем мольбам анода и катода и безжалостно отводит все напряжения, которые те пытаются ей передать через емкости $C_{а-с}$ и $C_{к-с}$ (рис. 72). Таким образом, сетка играет роль статического экрана, отделяющего входные цепи от выходных. Это изумительно! Но я уже готов услышать от тебя, что эта схема никогда и нигде не применяется, по крайней мере в таком идеально простом виде.

Л. — Тут ты ошибся. Ее применяют и именно в таком виде. Но она обладает одним недостатком, который ты не заметил. Входная индуктивность включена между катодом и землей и является, следовательно, катодной нагрузкой. Что при этом произойдет?

Н. — Ах, дьявольщина, я и не сообразил. Благодаря этому возникнет отрицательная обратная связь и усиление сильно упадет.

Л. — Успокойся, не в такой уж сильной степени. Однако входное сопротивление $R_{вх}$ такой схемы очень мало. Оно равно обрат-

ной величине крутизны характеристики лампы. Если, например, крутизна равна 5 *ма/в,* то...

Н. — Посмотрим, входное сопротивление составляет $1 : 0{,}005 = 200$ *ом.* Следовательно, затухание входного контура невероятно велико! Две причины резкого ослабления усиления. Что же делать?

Л. — Согласовать сопротивления, дружище, как и в любых других аналогичных случаях, либо с помощью автотрансформатора,

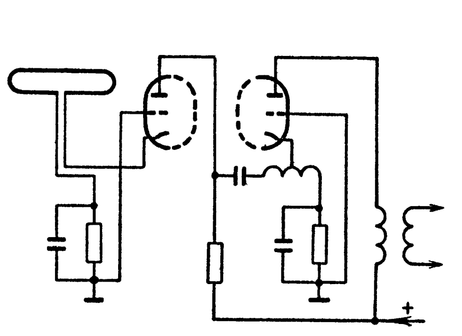


Рис. 73. Схема усилителя высокой частоты на двойном триоде, в котором обе сетки заземлены. В цепь катода первого триода непосредственно включено антенное снижение с сопротивлением 300 *ом.*

Рис. 74. Вариант схемы, показанной на рис. 73, для антенного снижения с сопротивлением 75 *ом.* Сопротивление катодного смещения и входное сопротивление лампы $Z_{вх}$ включены параллельно.

являющегося индуктивностью контура и имеющего соответствующий вывод связи, либо с помощью промежуточного согласующего усилительного каскада, либо, наконец, подключая катод непосредственно к антенному снижению, как это показано на рис. 73.

Н. — Но волновое сопротивление снижения имеет обычно 75 *ом.*

Л. — В этом случае применяют схему, показанную на рис. 74, где, как ты видишь, катодное сопротивление смещения R и входное сопротивление лампы $R_{вх}$ соединены параллельно, что дает полное согласование, так как...

Н. — Так как их общее сопротивление равно 75 *ом.* Согласование превосходное.., если не учитывать те преимущества, которые, как ты мне когда-то говорил, дает повышение напряжения во входном настроенном контуре.

От заземленной сетки к каскодной схеме.

Л. — Конечно, в такой схеме полностью теряется возможность трансформировать напряжение во входном контуре, но зато можно получить очень широкую полосу частот. При этом согласование сопротивлений столь совершенно, что такая схема представляет определенный практический интерес. В случае желания все же использовать преимущества входного контура, нужно включить промежуточный усилитель с заземленным катодом. Так как напряжение подается на сетку, затухание входного контура при этом

значительно меньше, и коэффициент усиления соответственно больше. Такая схема называется каскодной (рис. 75).

Н. — Однако я вижу, что твой триод, возбуждаемый по сетке, не нейтродинирован. Как это может быть?

Л. — В этом нет особой необходимости, так как коэффициент усиления первой лампы не очень велик. Ведь сопротивление ее анодной нагрузки очень мало, как мы уже раньше определили, поскольку она питает цепь катода следующей лампы. Однако с целью лучшего согласования сопротивлений и в этой цепи можно использовать автотрансформатор (рис. 76).

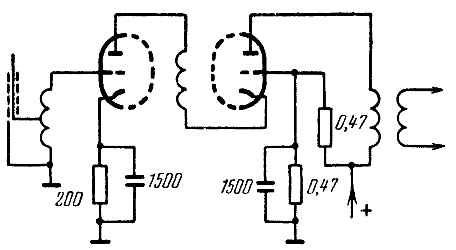
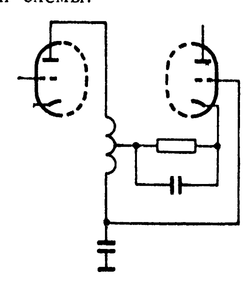


Рис. 75. Упрощенная каскодная схема без нейтродинирования первого каскада.

Н. — Эта схема меня больше привлекает как более логичная. Но в этом случае усиление должно возрасти и, по-видимому, нейтродинирование просто необходимо. Как его осуществляют?

Л. — Большей частью с помощью конденсатора связи (рис. 77). При этом напряжения разных полярностей получаются непосредственно в сеточном контуре.

Н. — Просто и толково. А как обстоит дело с регулировкой такой схемы?


Рис. 76. Схема автотрансформаторной связи со вторым триодом.

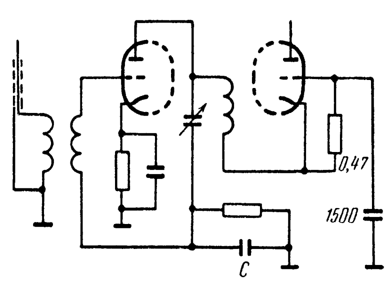


Рис. 77. Каскодная схема, в которой первый каскад нейтродинирован небольшим конденсатором переменной емкости.

Л. — Она не отличается от регулировки одного триода, но схема менее капризна, и обычно вместо самовозбуждения лишь несколько уменьшается полоса усиливаемых частот.

Н. — Легко заметить, что во всех трех схемах смещение на сетку второй лампы осуществляется разными способами. В чем здесь причина?

Л. — Это я сделал специально, чтобы продемонстрировать тебе некоторые применяемые методы, определяемые, однако, больше

вкусом конструкторов, чем необходимостью. В первой схеме использован делитель анодного напряжения, создающий на сетке второй лампы напряжение, равное приблизительно половине анодного. Требуемое напряжение смещения устанавливается автоматически.

Н. — Ты хочешь сказать, что режим лампы устанавливается сам по себе должным образом?

Л. — Вот именно. Во второй схеме, как ты можешь легко убедиться, использован принцип катодного смещения.

Н. — А в третьей схеме смещение получается за счет сеточного тока. В конечном счете это ничего не меняет: во всех случаях две лампы включены последовательно по цепи анодного питания, причем сетка второй лампы заземлена по высокой частоте и добавлен каскад возбуждения. В этой схеме применяются отдельные лампы или двойные триоды?

Л. — Специальные двойные триоды. В более старых телевизорах применялись обычно лампы типа 6Н3П, а в современных наиболее употребительны лампы типа 6Н14П. Однако принципиально можно брать и отдельные триоды.

Н. — Попробуем же разобраться в возможных неисправностях, свойственных таким усилителям.

Когда каскадная схема бастует

Л. — Для начала одно замечание: так как здесь применяются двойные триоды, надо помнить, что при выходе из строя одного из триодов этой лампы другой триод также больше не может быть использован.

Н. — Это очевидно. Кроме того, через оба триода протекает один и тот же ток, так как они включены по постоянному току последовательно.

Л. — Это не всегда так. Существуют варианты схемы, как, например, на рис. 73, в которой элементом связи обоих каскадов служит емкость и лампы питаются независимо. Но поскольку такая схема используется достаточно редко...

Н. — Почему?

Л. — Главным образом потому, что допустимое анодное напряжение в специальных высокочастотных триодах обычно не превышает 100 *в*. Ведь в таких лампах стремятся по возможности уменьшить расстояния между электродами с целью сокращения пути пролета электронов. На частотах, для которых такие лампы предназначены, это имеет очень большое значение.

Н. — Во всяком случае, при последовательном включении анодное напряжение на каждой лампе должно быть равно половине напряжения питания. Это простое измерение позволяет убедиться, что через лампы проходит ток, а измерение напряжения на сопротивлении, включенном в анодную цепь, дает возможность измерить расход тока. Так, если анодное сопротивление равно 1 000 *ом* и падает на нем 10 *в*, то анодный ток составляет 10 *ма*, что приблизительно, я полагаю, соответствует истине на практике?

Л. — Безусловно. Это тот же общеупотребительный метод определения правильности режима, что и для любой другой лампы.

Н. — А какие еще могут быть признаки неисправности?

Л. — Прежде всего нестабильность работы или склонность к самовозбуждению, проявляющаяся в появлении ряби на изображении.

В таких случаях не следует, как это делают неопытные люди, сразу начинать перестраивать контуры и нейтродинирующую цепь. Сначала необходимо проверить все напряжения и убедиться в исправности конденсаторов развязки. Если, конечно, рябь появилась не в результате замены неисправной лампы...

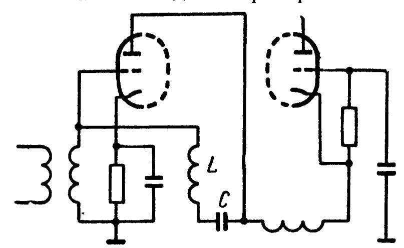


Рис. 78. Каскодная схема, в которой в качестве нейтродинирующего элемента использована индуктивность L. Конденсатор C имеет большую емкость и служит лишь для разделения анодной и сеточной цепей по постоянному току.

Н. — Что ты хочешь этим сказать?

Л. — Что параметры различных экземпляров ламп имеют известный разброс, и на столь высоких частотах может потребоваться настройка цепи нейтродинирования, если, конечно, она содержит переменные элементы.

Н. — Как, разве для этой цели можно применять и элементы с фиксированными параметрами?

Л. — Да, как, например, в схеме на рис. 78, где нейтродинирование осуществляется с помощью включенной между сеткой и анодом индуктивности L, величина которой мало критична.

Н. — Баба с возу, куму легче. В такой схеме единственной причиной нестабильной работы может быть неисправность какой-либо развязывающей цепи...

Л. — Или усилия не в меру ретивого, но не шибко грамотного ремонтера.

Настройка

Н. — Итак, поговорим о настройке контуров. Контуры, как ты уже говорил, должны быть взаимно расстроены.

Л. — В основном да. Правда, контур, включенный между обеими частями двойного триода, обычно не имеет органов настройки.

Н. — Но в этом случае о нем не стоит и заботиться.

Л. — Остальными контурами являются входной контур и контур связи со смесителем, выполняемый обычно в виде полосового фильтра.

Н. — И настраиваемый, следовательно, на среднюю частоту соответствующего канала, как и положено каждому уважающему себя полосовому фильтру. Это ясно. А входной контур?

Л. — Служит для заполнения провала на двугорбой кривой полосового фильтра.

Н. — Совсем как в обычных радиоприемниках. Где же твои взаимно расстроенные контуры?

Л. — Там, где не применяется такой метод настройки. А это бывает в двух основных случаях. Во-первых, если конструктор предусмотрел иную регулировку контуров..

Н. — В этом случае, по-видимому, наиболее благоразумно следовать его указаниям...

Л. — Ты прав. Во-вторых, в тех случаях, когда контур связи со смесителем не является полосовым фильтром.

Н. — Как это часто встречается в более старых типах телевизоров. Выводы следует сделать аналогичные.

Л. — При отсутствии специальных указаний конструктора можно рекомендовать в таких случаях смещать настройку входного контура в сторону более низких частот, а контур связи со смесителем — в сторону более высоких. Но это совершенно не обязательно.

Н. — В крайнем случае всегда остается возможность настройки с помощью генератора качающейся частоты.

Л. — Ты прав в том отношении, что это наилучший метод настройки.

Н. — Ну, наконец, осталось еще поговорить о многоканальных телевизорах, для которых, впрочем, достаточно, по-видимому, повторить для каждого из каналов то, что мы говорили об одноканальных телевизорах.

Л. — Безусловно.

Н. — Следовательно, мы закончили.

Л. — Теоретически — да, практически — нет.

Н. — Что же еще?

Л. — Нужно поговорить о возможных неприятностях в барабанных переключателях. Они снабжаются посеребренными самозачищающимися контактами. Но чтобы они зачищались, нужно, чтобы их вращали. А так как часто...

Н. — Имеется лишь одна программа...

Л. — Контакты корродируют и проводимость нарушается.

Н. — Один шутник уверял меня, что контакты нарушаются обычно там, где часто варят щи.

Л. — Это вполне возможно.

Н. — Ты издеваешься надо мной!

Л. — Да нет. Это происходит потому, что пары при варке капусты содержат серу.

Н. — Вот не подозревал, что гастрономия влияет на телевидение.

Л. — В нашу эпоху следует сказать «электронико-диэтические явления» или что-нибудь в этом роде. Плохие контакты могут явиться причиной полного нарушения работы или во всяком случае ухудшения контраста, тресков и пр. Ты знаешь, как поступить в таком случае?

Н. — Ну... потереть контакты.

Л. — Чтобы снять серебрение? Ни в коем случае. Их нужно промыть каким-либо растворителем, например трихлорэтиленом. В крайнем случае достаточно несколько раз прокрутить переключатель...

Н. — Применить механотерапию...

Л. — Так как, принципиально, они самозачищаются.

Н. — Ну, а затем?

Л. — Затем? Я полагаю, что затем ты сумеешь исправить телевизор.

БЕСЕДА ОДИННАДЦАТАЯ

До сих пор предполагалось, что телевизоры, о которых шла речь, включены на вполне исправную антенну. Однако даже самый прекрасный приемник не может воспроизвести больше того, что поступает на его вход. По этой причине в тех случаях, когда тщательное исследование телевизора показывает, что он вполне работоспособен, но тем не менее не работает, следует подумать о возможных неисправностях в антенне. В соответствии с этим будут обсуждены: механические и электрические неисправности антенны; коррозия; плохие контакты; обрыв антенного снижения; водонепроницаемость; согласование; трансформатор полных сопротивлений; стоячие волны; многократное изображение; отражения; направленность.

АНТЕННА

Незнайкин. — На сей раз, Любознайкин, я вынужден с тобой поспорить. Ты меня убедил, что я уже умею чинить телевизоры, и я совершенно зря вообразил, что это именно так. К несчастью, я очень скоро почувствовал на собственной шкуре, что телевизор как-будто совершенно испорчен...

Любознайкин. — В случае неисправной антенны, очевидно?

Н. — Это не всегда столь очевидно, как ты хочешь показать.

Л. — Должен сознаться, что неисправность в антенне может доставить много докучливых хлопот.

Н. — Если бы они ограничились риском какого-либо членовредительства при восхождении на крышу! Кстати, поскольку ты уже поправился после своего пресловутого вывиха, не намерен ли ты совершить восхождение на свежем воздухе с целью пополнения моего образования?

Л. — Нет, по крышам мы гулять не будем. Можно великолепно усвоить наиболее важное и в комнате, тем более, что это очень просто...

Н. — Как и все остальное, с твоей точки зрения, разумеется.

Л. — Очень просто понять, но не всегда просто обнаружить. Все возможные неисправности в антенне можно разделить на механические и электрические.

Н. — О, первые, очевидно, относятся к случаям, когда ураган срывает антенну и швыряет ее на землю, или когда от нее отваливаются целые части, или когда она, как флюгер, вращается от ветра, или, наконец, совершенно перекашивается. Чтобы это понять, не нужно быть мудрецом.

Л. — Второй вид неисправностей бывает часто связан с проводящими налетами или коррозией.

Н. — Проводящими налетами?

Л. — Которые образуются из за сажи или, вблизи от моря, из-за соли, содержащейся в водяных брызгах.

Н. — А к чему это может привести?

Л. — К постепенному уменьшению силы приема и появлению вторичных отражений. Если чувствительность телевизора осталась прежней, в чем можно убедиться с помощью измерительного генератора или, в случае его отсутствия, временно включив телевизор на другую, заведомо исправную антенну, нужно прочистить все изоляционные элементы на антенне...

Н. — С помощью какого-нибудь растворителя?

Л. — Растворители сажи не известны. Но полезно смочить тряпку бензином для удаления жировой пленки.

Н. — А коррозия?

Л. — Образуется обычно в местах присоединения снижения к вибратору. Для этой цели часто применяют кабельные наконечники и болты, хотя правильнее было бы паять контакты.

Рис. 79. Схема определения отсутствия обрыва в снижении петлевой антенны.

Н. — Паять? Но ведь обычно используются алюминиевые вибраторы.

Л. — Существуют припои и для алюминия. Я, правда, предпочитаю вибраторы из медного прутка или трубки. Но, во всяком случае, можно рекомендовать присоединение кабельных наконечников не с помощью болтов, которые ржавеют или покрываются зеленью, а с помощью заклепок, не пустотелых, конечно.

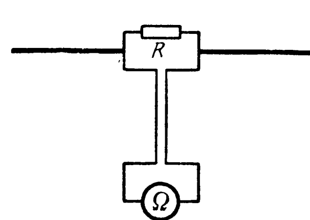
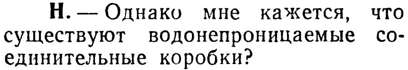


Рис. 80. Для определения исправности снижения полуволновой антенны с изолированными вибраторами по схеме на рис. 79 необходимо включить между вибраторами сопротивление.



Н. — Однако мне кажется, что существуют водонепроницаемые соединительные коробки?

Л. — Хорошо, если они действительно обладают свойствами водонепроницаемости. В противном случае они наполняются водой и изображение портится при каждом ливне и восстанавливается только в хорошую погоду...

Н. — Что иногда заставляет себя долго ждать.

Л. — Кстати, о неисправности такого же типа. Знаешь ли ты, как определить наличие обрыва в антенном снижении?

Н. — Безусловно. Если это петлевой вибратор, то достаточно измерить омметром сопротивление между концами снижения (рис. 79), так как снижение и петлевой вибратор образуют непрерывную электрическую цепь.

Л. — Очень хорошо. Но позаботься также при этом измерить сопротивление в противоположном направлении. Иными словами, повторить измерение, поменяв концы омметра.

Н. — Ты это серьезно?

Л. — Вполне серьезно Если результаты двух измерений будут хотя бы незначительно отличаться один от другого, ты можешь быть уверен, что какой-нибудь кабельный наконечник образует с метал-



лическим телом, к которому он присоединен, гальваническую пару.

Н. — Пару?

Л. — Ну, да, гальванический элемент или иногда выпрямитель. Плохой контакт между разными металлами в присутствии влаги...

Н. — А если антенна состоит из изолированных вибраторов?

Л. — Иногда рекомендуют при установке антенны впаять сопротивление R между двумя вибраторами (рис. 80). Конечно, сопротивление должно быть достаточно большим, например 1 000 *ом,* чтобы не ухудшить работу антенны. Такое сопротивление может облегчить задачу, но вообще опасайся попасть в водосточную трубу при ремонте антенны.

Неисправности антенного снижения

Н. — Допустим, что антенна вполне исправна. Остается снижение. Как ты уже говорил, в нем может оказаться обрыв...

Л. — Обычно в месте присоединения к антенне, особенно если снижение раскачивается от ветра. Поэтому нужно всегда хорошо его укреплять. При обрыве прием может производиться с перебоями или быть очень слабым из-за того, что в цепь последовательно как бы включается маленькая емкость.

Н. — Мне как-то раз рассказали историю об антенне, которая расплавилась от близкого соседства с дымовой трубой.

Л. — А тебе никогда не рассказывали о дождевой воде, которая попадала в телевизор через полость коаксиального кабеля?

Н. — Без шуток? Хорошая история! Но в случае отсутствия водонепроницаемой коробки можно, я думаю, чем-нибудь закупорить конец кабеля со стороны антенны?

Л. — Конечно, например паяльником или хотя бы зажигалкой. Не мешает и обмотать конец кабеля изоляционной лентой. Но радикальным средством является петля. При этом концы кабеля смотрят вниз и вода не может проникнуть в кабель.

Н. — Если же и снижение в порядке, значит, дело в антенном штеккере. Но эту неисправность легко найти, для чего не требуется ни лестница, ни вертолет...

Л. — Ни бинокль, ни телефон.

Н. — Действительно, последние два приспособления также могут оказаться полезными инструментами для ремонта телевизоров.

Согласование

Л. — Но имей в виду, что даже исправные снижение и антенна могут доставить много хлопот.

Н. — Не хватало только этого! Каким же образом?

Л. — Если снижение не соответствует данной антенне. Иными словами, если их сопротивления не согласованы.

Н. — Разве сопротивления снижения и антенны могут иметь другие значения, чем 75 *ом?*

Л. — Конечно. Встречаются антенны и кабели снижения с волновым сопротивлением 300 *ом,* иногда даже 150 *ом*. Например, ленточный кабель из двух параллельных проводов имеет сопротивление 300 *ом*. Кроме того, могут быть не согласованы сопротивление снижения и входное сопротивление приемника.

Н. — Сплошная путаница! С чего же начать?

Л. — Вероятно, с начала, иными словами с антенны. Сопротивление нормальной антенны, состоящей из двух четвертьволновых вибраторов, равно 75 *ом*. Но сопротивление петлевого вибратора со-

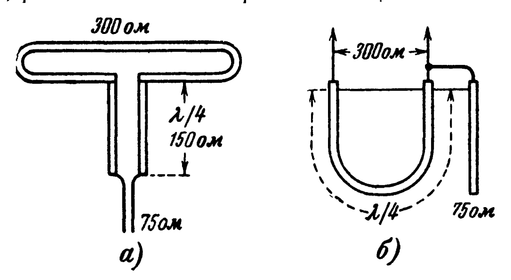


Рис. 81. Схемы согласования петлевого 300-омного вибратора и 75-омного снижения.

а — согласующий трансформатор из двух четвертьволновых параллельных штырей: *б* — согласующий трансформатор из четвертьволнового отрезка коаксиального 75-омного кабеля.

ставляет 300 *ом*. Чтобы согласовать его с 75-омным симметричным кабелем снижения (рис. 81, *а*), следует включить между антенной и кабелем так называемый согласующий трансформатор, состоящий из двух трубок длиной в четверть волны, расстояние между которыми выбрано так, чтобы сопротивление трансформатора было 150 *ом*. Согласующий трансформатор для перехода с петлевого вибратора на 75-омный коаксиальный кабель показан на рис. 81, *б*.

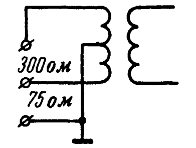


Рис. 82. Входной 300-омный трансформатор с выводом от середины обмотки образует два однотактных входа по 75 *ом*, так как отношение сопротивлений равно квадрату коэффициента трансформации.

Н. — Так можно согласовать антенну со снижением. А снижение с приемником?

Л. — Можно поставить такой же трансформатор, как в антенне. Однако это слишком громоздко. Существует значительно более простой способ. Современные телевизоры, как правило, имеют несимметричный (коаксиальный) вход с сопротивлением 75 *ом*. Однако более старые типы телевизоров часто имели симметричный вход с сопротивлением 300 *ом* (рис. 82). При этом обычно предусматривался отвод от середины входной катушки. Для хорошего согласования достаточно 75-омный кабель включить между любым из концов входной катушки и средним выводом.

Н. — Между концом и серединой? Но половина 300 это 150, а не 75!

Л. — Незнайкин, тебя следует увенчать дурацким колпаком! Как определить коэффициент трансформации согласующего трансформатора?

Н. — Но это ведь не выходной трансформатор низкой частоты!

Л. — Это настоящий автотрансформатор, что принципиально безразлично. Каков его коэффициент трансформации?

Н. — Два, так как отвод взят точно от середины.

Л. — А отношение сопротивлений равно квадрату коэффициента трансформации, т. е. четырем. Иными словами, входное сопротивление половины обмотки составляет 75 *ом,* а полной обмотки в 4 раза больше, т. е. 300 *ом.*

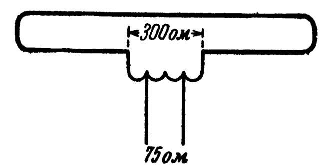


Рис. 83. Согласующий антенный трансформатор. Число витков между концами 75-омного снижения должно быть равно половине общего числа витков.

Н. — Ну, а разве нельзя использовать такие же трансформаторы для согласования антенны и снижения?

Л. — Можно, но при этом трудно сохранить достаточную широкополосность антенны. Тем не менее можно включить между концами вибраторов (рис. 83) катушку, настроенную приблизительно на среднюю частоту принимаемого диапазона, с двумя отводами, отстоящими на четверть длины катушки от каждого из ее концов.

Н. — Но ты мне не объяснил, что влечет за собой плохое согласование.

Л. — Я тебе уже как-то об этом говорил. Обычно справа от основного изображения появляется одно или несколько постепенно убывающих по интенсивности повторных изображений. Это особенно заметно на вертикальных линиях. Кроме того, если передвинуть кабель снижения или провести по нему рукой, изменится контраст.

Н. — Действительно, я вспомнил. Ну, а как с этим справиться я уже знаю.

Отражения

Л. — Однако такого же типа неприятности могут возникнуть и в случае хорошо согласованных антенны, снижения и приемника.

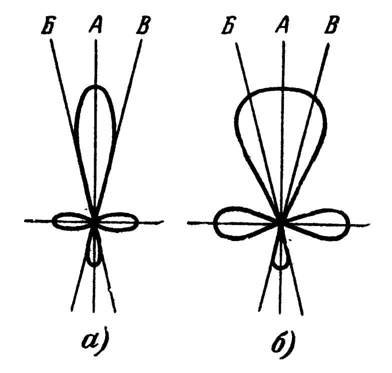


Рис. 84. Полярные диаграммы направленной антенны.

а — антенна хорошо согласована со снижением (прием с направлений *Б* и *В* практически отсутствует); *б* — антенна рассогласована (прием с направлений *А*, *Б* и *В* почти одинаков, боковые лепестки резко увеличены).

Н. — Ты, очевидно, говоришь о повторных изображениях, возникающих вследствие отражений от более или менее удаленных проводящих тел и ничего общего не имеющих с повторами из-за рассогласования сопротивления?

Л. — Действительно, более или менее удаленных, так как такие проводящие тела могут находиться за много километров от приемника. Основным средством борьбы с такими повторными изображениями является увеличение направленности антенны.

Н. — Каким образом?

Л. — Например, путем размещения перед основным (активным) вибратором одного или нескольких пассивных, т. е. не присоединен-

ных непосредственно к кабелю снижения (так называемых директоров). Однако согласование многоэлементной антенны должно быть особенно тщательно выполнено, так как при плохом согласовании резко падает направленность и увеличиваются так называемые боковые лепестки (рис. 84). Бывают случаи, когда отраженный мешающий сигнал, создающий повторное изображение, приходит с направления, прямо противоположного направлению на телевизионный центр. В этом случае должен помочь рефлектор из одного или не-

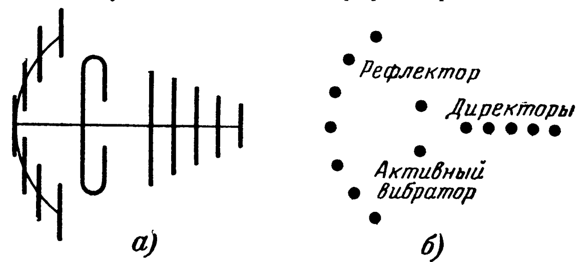


Рис. 85. Антенна типа волнового канала с параболическим рефлектором.

а — общий вид антенны; *б* — разрез антенны.

скольких пассивных вибраторов, размещенных сзади активного вибратора (рис. 85). Рефлектор может быть также изготовлен из сетки, листа и пр. Но направленные антенны являются самостоятельной и достаточно сложной темой.

Н. — Я слышал, что во многих домах установлены телевизионные антенны коллективного пользования. Какой в них смысл?

Л. — В больших домах при большом количестве телевизоров на крышах вырастает такой лес антенн, что это, в конце концов, разрушает крыши. Кроме того, обычно уход за индивидуальными антеннами практически отсутствует (пока они не портятся окончательно). В результате плохо укрепленная индивидуальная антенна может свалиться вниз, что не безопасно для прохожих.

Н. — А не ухудшается ли качество приема от того, что к одной антенне присоединено много телевизоров?

Л. — Наоборот. Качество приема на антенны коллективного пользования, как правило, значительно выше, чем на индивидуальные антенны. В распределительной же сети приняты меры, практически полностью исключающие взаимное влияние телевизоров. Но помни, что ремонтировать антенны коллективного пользования имеет право только специализированная организация.

Н. — Спасибо, Любознайкин, за дружескую помощь. Попытайся теперь угадать, в чем заключалась неисправность в моей антенне?

Л. — Причин может быть столько, что вряд ли это возможно. Не птица ли свила гнезда?

Н. — Нет, она заросла плющом. Ну, мне кажется, что мы поговорили обо всем. Ты не возражаешь, если я составлю небольшой трактат, подводящий итог нашим беседам, и прочту его тебе, чтобы ты мог судить, правильно ли я все понял

Л. — Нисколько, я с удовольствием его прослушаю. До ближайшей встречи!

БЕСЕДА ДВЕНАДЦАТАЯ

Мы просмотрели все, во всяком случае основное, так как никакая работа не может претендовать на полноту разбора всех возможных разновидностей схем. Однако можно наметить некую общую методику ремонта, краткое описание которой приводится в этой беседе в процессе подведения итогов по материалу предшествующих бесед. Кроме того, читатель найдет здесь также некоторые дополнительные указания. Таким образом, содержание этой заключительной беседы составят следующие темы: классификация неисправностей; основные признаки; полная потеря изображения; полная потеря звука; искажения изображения при устойчивой синхронизации; дефекты кадровой и строчной синхронизации; полная потеря приема с прекращением свечения экрана и с сохранением свечения.

ПОВТОРЕНИЕ ПРОЙДЕННОГО

Отчет Незнайкина

Незнайкин. — Здорово, дружище. Я принес, как обещал, этот небольшой труд, являющийся, по моему мнению, шедевром, чтобы представить его на твое суждение.

Любознайкин.— Что это? «Ремонт телевизоров. Практическое пособие. Автор Незнайкин, м.т.н.». Действительно, ты не теряешься, я узнаю свойственную тебе скромность. Но, прежде всего, что означают эти странные буквы?

Н. — Это шутка, которая расшифровывается как «магистр телевизионных наук».

Л. — Я предпочел бы, чтобы это было действительно так, хотя тебе до этого еще очень далеко...

Н. — Как ты всегда обескураживаешь. Но если ты соблаговолишь прослушать, то сможешь судить о моих скромных знаниях, которыми я обязан почти исключительно твоей несравненной учености...

Л. — Ладно, ладно, не сердись. Я весь внимание.

Н. (читая) — Если телевизор вышел из строя, то следует прежде всего попытаться определить, какой из его элементов является причиной неисправности. Этими элементами могут быть: блок питания; генераторы строчной и кадровой развертки; цепи синхронизации; приемник изображения, состоящий из усилителя высокой частоты, гетеродина-смесителя, усилителя промежуточной частоты, видеодетектора, видеоусилителя и кинескопа; затем приемник звукового сопровождения с общим с предыдущим приемником усилителем высокой частоты и гетеродином-смесителем, содержащий усилитель промежуточной частоты, детектор, усилитель низкой частоты и громкоговоритель.

Л. — Пока что это правильно.

Н. — Причину неисправности сравнительно легко отыскать, если руководствоваться следующими признаками: 1) звук исправен, изображение отсутствует; 2) изображение хорошее, нет звука; 3) изо-

бражение так или иначе искажено; 4) нет ни звука, ни изображения.

Л. — Забавная классификация. Посмотрим, как ты из нее выпутаешься.

Звук без изображения

Н. — Рассмотрим первый признак. Тут возможны различные варианты. Если экран светится и регулировка яркости исправна, но изображение отсутствует, то следует заподозрить приемник канала изображения. Поэтому нужно проверить режим каждой лампы этого приемника.

Л. — Имея, однако, в виду, что блок высокой частоты с гетеродином-смесителем заведомо исправен, так как звук не пропадал.

Н. — Если имеется измерительный генератор, нужно проверить каждый каскад, начиная с видеоусилителя, пока не будет обнаружен неисправный. На вход видеоусилителя следует, конечно, подавать напряжение видеочастоты, а начиная с видеодетектора — сигнал промежуточной частоты, модулированный видеочастотой.

Л. — Ну, а неисправный каскад нужно обследовать так, как мы уже говорили в наших беседах.

Н. — В другом возможном случае, когда отсутствует растр и никакой регулировкой нельзя добиться свечения экрана, нужно прежде всего проверить кинескоп: убедиться, не смещен ли магнит ионной ловушки (конечно, если он вообще имеется), соответствуют ли напряжения на различных электродах номинальным значениям и, наконец, исправен ли сам кинескоп. Отсутствие ускоряющего напряжения большей частью свидетельствует о неисправности генератора строчной развертки.

Л. — Отлично. Перейдем ко второму признаку.

Изображение без звука

Н. — Учитывая, что приемник звукового сопровождения обычно содержит в цепи питания развязывающий фильтр, следует сначала проверить исправность этого фильтра, а затем самого приемника, метод ремонта которого аналогичен методу ремонта обычного радиоприемника. Нужно убедиться в исправности усилителя низкой частоты по фону, возникающему в случае прикосновения пальцем к выводу управляющей сетки лампы, или с помощью проигрывателя, или, наконец, измерительного генератора. Детектор и усилитель промежуточной частоты можно проверить с помощью частотно-модулированного измерительного генератора. Следует помнить, что усилитель промежуточной частоты может самовозбудиться, признаком чего является рябь на изображении.

Л. — И урчание в громкоговорителе.

Н. — В некоторых старых типах телевизоров, в которых промежуточная частота канала звукового сопровождения получалась в результате биений частоты гетеродина и несущей звука, а не несущих изображения и звука, как в современных телевизорах, пропадание звука может быть следствием сильной расстройки гетеродина.

Л. — Вследствие того, что полоса звукового канала много уже полосы канала изображения, расстройка гетеродина, лишь немного

искажающая изображение, может оказаться достаточной для полного пропадания звука. Практически полная независимость качества звука от расстройки гетеродина (в пределах, допустимых изменением емкости конденсатора настройки гетеродина) является одним из основных достоинств метода биений несущих частот изображения и звука.

Искажения изображения

Н. — Ну, мы подошли к третьему признаку. Все работает, но изображение явно искажено либо имеет какие-то дефекты.

Л. — И ты разработал классификацию возможных искажений?

Н. — Само собой разумеется! Проще всего классифицировать по признаку стабильности изображения. Так, например, изображение может быть стабильным, но нечетким, анемичным и пр. Если оно нечетко, то причина гнездится скорее всего в цепи фокусировки. В телевизорах с кинескопами с магнитной фокусировкой следует проверить, не слишком ли мал или не слишком ли велик ток через катушку (в последнем случае она должна перегреваться). Причинами могут быть большой ток утечки электролитического конденсатора фильтра и, в схемах, где фокусирующая катушка служит дросселем фильтра, ненормально возросший ток потребления телевизора. Нужно проверить исправность переменного сопротивления в цепи фокусировки и не забыть проверить напряжения питания. Необходимо проверить также напряжения на электродах кинескопа. В кинескопе с электростатической фокусировкой следует проверить цепь питания фокусирующего электрода.

Л. — А как ты поступишь, если все это не поможет? Ведь изображение может оказаться нечетким и при четко прочерченной строчной структуре.

Н. — Это, конечно, должно свидетельствовать об отсутствии или сильном ослаблении высоких частот в видеосигнале. Причиной этого может быть неисправность не только видеоусилителя, но и любого другого элемента, входящего в канал изображения, как, например, расстроенного контура усилителя промежуточной частоты.

Л. — А какие еще искажения изображения возможны?

Н. — Смещение растра, недостаточная яркость, недостаточный размер развертки, нелинейные искажения растра и недостаточный контраст.

Л. — Итак, поговорим обо всем этом подробнее.

Смещение растра

Н. — Смещение растра может быть обусловлено прежде всего неправильной установкой специально для этого предназначенных регулировочных ручек. В этом случае отцентровать изображение ничего не стоит. Но смещение растра наблюдается и при перемещении магнита ионной ловушки, причем при неправильной его установке обычно наблюдается затемнение одного или двух углов растра. При правильно найденном положении магнита ионной ловушки никогда не следует пытаться отцентровать изображение путем перемещения этого магнита. Для этого нужно пользоваться только специально предусмотренными приспособлениями — центрирующим магнитом, регулировочными центрирующими ручками и пр.

Л. — Должен обратить твое внимание на то, что изображение может сместиться вследствие пробоя конденсатора, включенного в некоторых типах телевизоров последовательно со строчной отклоняющей катушкой.

Недостаточная яркость

Н. — Причиной недостаточной яркости может быть прежде всего неправильная установка магнита ионной ловушки. В процессе регулировки магнит нужно перемещать вдоль оси кинескопа назад и вперед и поворачивать его вокруг оси, все время поддерживая малую яркость до тех пор, пока не будет найдено положение, при котором любое его смещение вызовет исчезновение яркости. Кроме того, виновником может быть неисправность цепи питания. При этом потенциометр регулировки яркости либо не действует совсем, либо оказывается повернутым до упора. Конечно, недостаточная яркость может явиться следствием потери эмиссии катода кинескопа. Если падение яркости сопровождается увеличением размера изображения, то это служит верным признаком недостаточного ускоряющего напряжения. Наиболее вероятная причина этого — потеря эмиссии катода высоковольтного кенотрона. Однако недостаточное ускоряющее напряжение может наблюдаться и при нормальном размере изображения. В этом случае следует поставить под подозрение исправность выходной лампы строчной развертки.

Малый размер изображения

Н. (продолжая) — Недостаточный размер изображения по вертикали или горизонтали, очевидно, свидетельствует о неисправности соответствующего генератора развертки. Если с помощью ручки регулировки размера нельзя восстановить нужный размер, то нужно проверить напряжение питания генератора и исправность его элементов: ламп, сопротивлений и пр. Если размеры упали пропорционально как по вертикали, так и по горизонтали, то наиболее вероятно уменьшение общего напряжения питания вследствие большого падения напряжения в электросети, либо неисправного кенотрона или полупроводникового диода, либо высохшего конденсатора фильтра. В последнем случае, помимо уменьшения размера, на изображении обычно заметны темные полосы, неподвижные при наличии изображения и перемещающиеся сверху вниз или снизу вверх при отсутствии передачи Иногда появляется также фон в канале звука.

Л. — Отметим и противоположное явление. Чрезмерное увеличение изображения, сопровождающееся возрастанием яркости, обычно происходит из-за перенапряжения в электросети.

Н. — Это очевидно. Перехожу к следующему признаку.

Нелинейные искажения

Н. (продолжает) — Изображение может быть сжато сверху, снизу или сбоку. В первом случае нужно проверить цепи регулировки линейности кадровой развертки, затем напряжение смещения выходной лампы кадровой развертки, а во втором случае убедиться также в том, что выходная лампа не потеряла эмиссию. В третьем случае следует проверить исправность выходной лампы строчной развертки, демпфера и соответствие сопротивлений и емкостей мультивибратора (блокинг-генератора) номинальным значениям.

Малый контраст

Н. (продолжает) — Рассмотрим следующий признак. Причиной слабого контраста может быть потеря эмиссии катода кинескопа, или смещение магнита ионной ловушки, или плохой вакуум кинескопа. Правда, необходимо отметить, что все эти дефекты сопровождаются одновременно потерей яркости. Если же удается получить путем регулировки большую яркость и при этом невозможно добиться хорошего контраста, можно быть уверенным, что кинескоп исправен и что неисправен...

Л. — Приемник канала изображения.

Н. — Проверку нужно начинать с видеоусилителя. Надо проверить напряжения на электродах лампы и убедиться в исправности самой лампы (или ламп). Затем следует проверить уровень напряжения на выходе видеодетектора. Если он слишком мал, то необходимо обследовать усилитель промежуточной частоты. В тех случаях, когда слабый контраст сопровождается дефектами в канале звукового сопровождения, наиболее вероятным виновником является усилитель высокой частоты или гетеродин-смеситель. И, наконец, при отсутствии неисправности во всех элементах следует проверить антенну. Одним из признаков неисправной антенны и нормальной чувствительности приемника является наличие шумов на изображении, так называемого «снега». Ну, кажется, и все.

Пластика

Л. — Не мешает вспомнить об искажении изображения, называемом «пластикой».

Н. — Да, правильно. Иногда темные места изображения резко окантованы белыми линиями, а светлые темными. При этом полутона почти отсутствуют. Это часто бывает при обрыве в конденсаторе, шунтирующем сопротивление в цепи катода, и некоторых других неисправностях видеоусилителя. Вообще пластика возникает в случае отсутствия или недостаточного усиления низкочастотных составляющих видеосигнала.

Л. — Это правильно.

Н. — Если пластика появилась в результате расстройки контуров усилителя промежуточной частоты, то для ее исправления лучше всего иметь измерительный генератор и особенно генератор качающейся частоты.

Нестабильность

Н. (продолжает) — Рассмотрим теперь неисправности совсем иного рода: изображение имеет нормальные контраст и яркость, но оно нестабильно.

Л. — Какую классификацию таких дефектов ты предлагаешь?

Н. — Признаками классификации является стабильность по кадрам и стабильность по строкам. В первом случае все изображение целиком скользит вверх или вниз либо дрожит или подергивается непрерывно или периодически. Причиной этого является плохая кадровая синхронизация. Во втором случае изображение как бы разрывается по вертикали на отдельные куски и вертикальные линии становятся зигзагообразными.

Л. — При слабом сигнале, например в случае дальнего приема в телевизорах с импульсной синхронизацией, на вертикальные линии как бы накладывается рябь из-за высокого уровня шумов. Единственная мера борьбы с этим заключается в использовании инерционной синхронизации (фазового дискриминатора).

Н. — В случае, когда нестабильность наблюдается только в одной из разверток, нужно проверить цепи разделения синхроимпульсов. При общей нестабильности обеих разверток неисправность скорее всего можно найти в амплитудном селекторе

Л. — Смотри беседу шестую.

Н. — Но я не должен забывать, что причиной нестабильности строчной развертки может оказаться самовозбуждение генератора строчной частоты, например вследствие слишком близкого соседства проводов, идущих к отклоняющей системе и к сетке первой лампы мультивибратора.

Л. — Ну, а теперь я горю желанием узнать, что ты расскажешь о четвертом признаке неисправности.

Ни звука, ни изображения

Н. — Это неисправность, которая может произойти от чего угодно, включая, конечно, и выход из строя телевизионного передатчика...

Л. — Причем в этом случае телевизионные зрители обычно начинают крутить все ручки, после чего иногда требуется вмешательство техника.

Н. — Я все же классифицировал такие неисправности по признаку темного и светящегося экрана.

Если экран светится

Н. (продолжает) — Если яркость растра нормальна, то с помощью измерительного генератора можно немедленно определить, имеется ли обрыв в антенне или неисправен усилитель высокой частоты, гетеродин-смеситель или усилитель промежуточной частоты и видеочастоты до точки разделения каналов звука и изображения.

Когда экран не светится

Н. (продолжает) — И, наконец, если экран не светится (и отсутствует звук), то можно предполагать, если не быть уверенным, что дело в неисправности цепи питания. Не стоит даже говорить о таких вещах, как штепсельная вилка, шнур питания, сетевой предохранитель и выключатель питания... Если при этом лампы накаливаются, нужно искать причину в анодном выпрямителе, что является достаточно несложным делом для опытного человека.

Л. — Однако может случиться, что какой-нибудь приятель подсунет тебе в качестве первоапрельской шутки пустой ящик...

Н. — Который, впрочем, явится еще одним предлогом для утверждения, что при наличии смекалки...

Любознайкин и Незнайкин (хором) — Починить телевизор? Нет ничего проще!

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 41 коп.